GLOBO

Descobrir

UMA AVENTURA NO MUNDO DA CIÊNCIA

O HOMEM NO ESPAÇO

2

POSTER:
O ÔNIBUS ESPACIAL

TRÊS **PROJETOS**

FICHAS SOBRE:
Os planetas exteriores
Sobrevivência no espaço
Viagens tripuladas a Marte
Missões do ônibus espacial
A Guerra nas Estrelas
Satélites artificiais
A exploração da Lua
A Terra e a Via-Láctea

MODELO:
NA TRILHA DAS ESTRELAS

Descobrir

UMA AVENTURA NO MUNDO DA CIÊNCIA

O surgimento da Terra

A Via Láctea

Sobrevivência no espaço

Satélites artificiais

As missões do ônibus espacial

Mundos em colisão

Guerra nas Estrelas: vai mesmo acontecer?

Canhões eletromagnéticos

Missões tripuladas ao planeta Marte

Exploração da Lua

EDITORA GLOBO

O HOMEM NO ESPAÇO 2

Descobrir

SUMÁRIO 2

PLANETA TERRA

UM LUGAR NO UNIVERSO 5-6

A Terra no sistema solar — a Via Láctea — como a Terra surgiu — galáxias — bombardeio de meteoros — a morte dos dinossauros

OS SERES VIVOS

SOBREVIVÊNCIA NO ESPAÇO 3-4

Treinamento de astronautas — a ausência de peso — gravidade zero e seus efeitos — trabalho no espaço

TECNOLOGIA

O ÔNIBUS ESPACIAL 5-6

A espaçonave reutilizável — unidades portáteis de deslocamento no espaço — missões do ônibus espacial

GUERRA NAS ESTRELAS 7-8

Lasers de raios X — foguetes interceptadores — canhões eletromagnéticos — sensores de calor

FRONTEIRAS DO ESPAÇO

ALVO: LUA 1-2

Primeiros passos do homem na Lua — a nave *Apolo* — explorando a superfície lunar — o regresso à Terra

OS PLANETAS EXTERIORES 3-4

Júpiter — Saturno — Urano — Netuno — Plutão — atmosferas multicoloridas — mundos em colisão

MARTE, A PRÓXIMA PARADA 5-8

Vôos tripulados ao Planeta Vermelho — sondas-robôs no solo marciano — o Projeto Phobos — as futuras colônias

O FUTURO

OLHOS NO ESPAÇO 5-6

Mapeando as riquezas da Terra — previsões meteorológicas — "estrelas" artificiais

Capa: Foto de estrelas feita em exposição (no primeiro plano, antena parabólica do Observatório de Jodrell Bank, Inglaterra). Foto: David Parker/Science Photo Library.

DESCOBRIR é uma obra em fichas colecionáveis em arquivos. O primeiro arquivo é fornecido gratuitamente com a edição nº 1.

Fichas: Suas margens externas têm cores que identificam as respectivas seções. Ao todo, são seis seções: Os Seres Vivos, Planeta Terra, Tecnologia, Energia e Riquezas, O Futuro e Fronteiras do Espaço. A numeração das fichas, nos respectivos rodapés, é interna a cada uma das áreas.

Projetos: Aparecem em folhas soltas, cuidadosamente graduados segundo sua dificuldade. Antes de iniciar qualquer um deles, leia as instruções e reúna o material necessário.

Modelos: As instruções para montá-los aparecem no verso das folhas dos projetos. Se você não pretende construir o modelo imediatamente, guarde as instruções com o cartão que contém suas peças.

Data Bank: Com a edição nº 3 são fornecidos programas para computadores compatíveis Apple, PC e MSX, para a criação de um banco de dados relativo a informações divulgadas na obra. Periodicamente, os dados que alimentarão esse banco serão fornecidos no verso da folha de projetos.

A Grande Aventura: Jogo de perguntas e respostas baseado no conteúdo dos fascículos. Com a edição nº 3 são fornecidos o tabuleiro do jogo, os marcadores e o primeiro conjunto de fichas. Periodicamente serão distribuídos os demais conjuntos de fichas.

Poster: Um poster gigante colorido acompanha a maioria das edições. São fotos ou ilustrações sempre ligadas ao tema abordado nas respectivas edições.

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO
Roberto Irineu Marinho
João Roberto Marinho
José Roberto Marinho
Ricardo A. Fischer

DIRETORIA
Ricardo A. Fischer
Fernando A. Costa
Flávio Barros Pinto
Humberto Navarro
José Antonio Soler

DIVISÃO DE FASCÍCULOS E LIVROS
Diretor
Flávio Barros Pinto

Editorial: Sandra R. F. Espilotro (editora), Aníbal dos Santos Monteiro (editor de arte), Agostinho Maciel (assistente de arte), Bonifácio D. Miranda (produção editorial), Ederw da Silva (assistente de redação)
Colaboradores: Página Viva Editorial e Informática (tradução e edição de texto), Inneu G. Varella e Paulo G. Varella (consultoria para o Modelo)
Produção: Danilo Borges (gerente), Luciano S. Goulart (supervisor), Nelson Morsil (coordenador), Zita S. R. Arias (assistente)
Marketing: Heitor de Souza Paixão (diretor), Luiz Magalhães Neto (supervisor de produto)
Administração: Arildo Silva (diretor), José Carlos Lodeiro Novas (assistente de planejamento e controle orçamentário)
Gerente de Circulação: Wanderley Américo de Medeiros
Gerente de Promoções: Wilson Paschoal Jr.
Gerente de Assinaturas: Ubirajara Romero
Assessoria de Comunicação: Mauro Costa Santos (diretor)
Serviço de Apoio Editorial: Antonio Carlos Marques (gerente)

NÚMEROS ATRASADOS
Os exemplares atrasados poderão ser adquiridos, a preços atualizados, até seis meses após a publicação de cada fascículo. Escolha entre as opções abaixo:
1. Nas bancas
Através de seu jornaleiro
2. Pessoalmente
Basta dirigir-se aos seguintes endereços:
São Paulo - Pça. Alfredo Issa, 18 - Centro
Fones: (011) 228-1841 e 229-9427
Rio de Janeiro - Rua Teodoro da Silva, 821 - Grajaú
Fones: (021) 577-4225 e 577-6655 (r. 204)
3. Por carta
Solicite por carta endereçada à:
Fernando Chinaglia Distribuidora S.A.
Rua Teodoro da Silva, 821 - Grajaú
CEP 20563 - Rio de Janeiro, RJ
O atendimento é feito por via postal.

Copyright © 1989 by Marshall Cavendish Ltd.
Copyright © 1990 by Editora Globo, para a língua portuguesa, em [illegible]
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em computador ou transmitida de qualquer forma e por quaisquer meios, eletrônicos, mecânicos, por fotocópia, gravação ou outros, sem a permissão expressa e escrita do titular dos direitos autorais.

Editora Globo S.A.
Rua do Curtume, 665, CEP 05065, São Paulo
Telex (011) 54071, SP, Brasil
Distribuidor exclusivo para todo o Brasil
Fernando Chinaglia Distribuidora S.A.
Rua Teodoro da Silva, 907, CEP 20563, Rio de Janeiro, RJ
Impressão: Cochrane S.A., Santiago, Chile
ISBN 85-250-0760-9 (Obra completa)
ISBN 85-250-0762-5 (Volume 2)

UM LUGAR NO UNIVERSO

A VIA LÁCTEA | O PLANETA DA VIDA | BOMBARDEIOS DE METEOROS

NA VASTIDÃO DO ESPAÇO, perdido em meio a inúmeros corpos celestes, um pequeno planeta gira ao redor de sua própria estrela. Mas um fato o torna particularmente especial: é nosso lar, a Terra.

A estrela ao redor da qual ele gira é o Sol. E este junto com os outros oito planetas — Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão — e seus satélites formam o sistema solar.

Mas o Sol é apenas um entre bilhões de estrelas que formam um outro agrupamento, uma galáxia. Nossa galáxia, a Via Láctea, é composta por cerca de 100 bilhões de estrelas, muitas das quais talvez também sejam cercadas por planetas. E em alguns deles pode ser que haja vida.

Distâncias inacreditáveis

As galáxias têm diferentes formas e tamanhos. Elas podem ser elípticas ou espiraladas, ou não ter nenhuma forma definida. A Via Láctea é uma galáxia espiralada, densa no centro e menos densa nas bordas. Nosso sistema solar está a aproximadamente dois terços desse centro.

NASA Royal Obs. Edinburgh

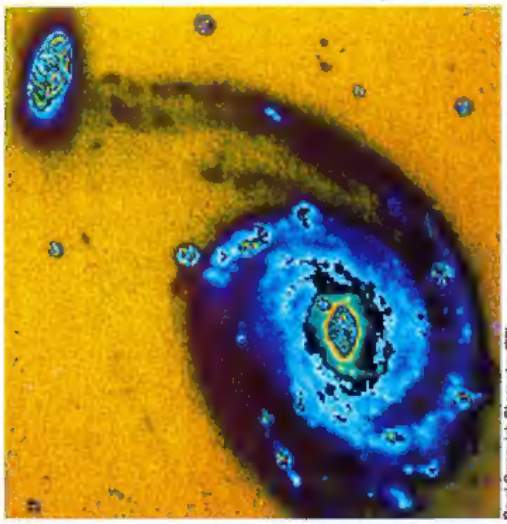
A Terra move-se ao redor do Sol, girando na vastidão do espaço em meio a sistemas estelares brilhantes. São esses imensos sistemas, chamados galáxias, que formam o Universo. Nossa galáxia, a Via Láctea, é uma entre bilhões.

O SISTEMA SOLAR

Mark Franklin

As distâncias no espaço são medidas em anos-luz — um ano-luz é a distância que um raio de luz, que viaja à velocidade de 300 mil quilômetros por segundo, percorre em um ano. De ponta a ponta, a Via Láctea mede nada menos que 100 mil anos-luz.

Em outras palavras, um raio de luz levaria 100 mil anos para conseguir cruzar toda a extensão da Via Láctea. Como há pelo menos outros 100 bilhões de galáxias no Universo, pode-se ter uma idéia do minúsculo tamanho da Terra em relação ao Universo.



Royal Greenwich Observatory/SPL

Duas galáxias em órbita ao redor de outra. A distribuição da cor mostra claramente a galáxia maior em espiral e a menor, elíptica. Nas partes mais externas da galáxia em espiral há vastas quantidades de poeira e gases, que estão sempre se transformando em novas estrelas. Todas as estrelas numa galáxia giram ao redor de seu centro. O Sol move-se a 250 km/s, mas levaria 250 milhões de anos para completar uma órbita.

Batismo de fogo

Terceiro planeta a partir do Sol, a cerca de 150 milhões de quilômetros de distância dele, a Terra tem diâmetro de 12.756 quilômetros e um só satélite. Ela recebe luz e calor em intensidade suficiente para tornar a vida possível no planeta. E a temperatura é tal que, salvo nos pólos e no topo de altas montanhas, permite a ocorrência de água em qualquer lugar da superfície — fato de importância vital, pois foi justamente nos oceanos da jovem Terra que a vida começou.

Há cerca de cinco bilhões de anos, logo que se formou, o Sol era cercado por uma grande nuvem giratória de gás e poeira. Ao longo de poucas centenas de milhões de anos, o material disperso nessa grande nuvem aos poucos foi se aglomerando e acabou por formar os nove planetas do sistema solar, além de um grande número de corpos menores, como as várias luas e asteróides.

Os mundos localizados mais próximo do Sol, incluindo a Terra, constituíram-se principalmente de rochas e metais. Era quente demais para que eles retivessem grandes quantidades de substâncias mais leves, como o hidrogênio e o hélio.

No início, a Terra provavelmente tinha um brilho laranja-avermelhado, como um carvão incandescente. Ela era intensamente aquecida pela dispersão de elementos radiativos no seu interior e por meteoros de todos os tamanhos que constantemente a bombardeavam do espaço.

Lentamente, a camada externa da Terra resfriou-se e endureceu, transformando-se numa crosta fina. Ao mesmo tempo, as rochas em fusão no interior do planeta jorravam para a superfície através de rachaduras e vulcões. No processo ocorria liberação de gases, entre os quais vapor-d'água, que se agregaram ao redor do planeta, dando origem a uma primeira atmosfera — verdadeiro escudo de proteção contra o espaço exterior.

O surgimento da vida

Num certo estágio, tudo indica que uma "sopa" espessa de produtos químicos foi se criando no recém-formado oceano da Terra, a partir de gases liberados pela atmosfera. Com a energia dos raios de luz e ultravioleta vindos do Sol, alguns desses produtos foram ficando mais e mais complexos. Circunstancialmente, pelo menos um deles começou a fazer cópias de si mesmo. Dessa surpreendente substância que se "duplicava" teriam surgido os primeiros sinais de vida, cerca de 3,5 bilhões de anos atrás.

INCRÍVEL
VIAGEM RÁPIDA?
A VIA LÁCTEA CERTAMENTE NUNCA SERÁ UM LUGAR PARA SE PASSAR FÉRIAS. UM CARRO PARTINDO DA TERRA A MAIS OU MENOS 160 KM/H LEVARIA CERCA DE 221 BILHÕES DE ANOS PARA CHEGAR AO CENTRO DE NOSSA GALÁXIA
NÃO HÁ POSTOS NOS PRÓXIMOS 150.000.000.000.000.000 KM
Paul Raymonde

A Terra dinâmica

Forças poderosas, que ainda hoje atuam no mundo, deram forma à Terra. O vento e a chuva varrem as pedras, os rios cavam vales e gargantas profundas, e as ondas dos oceanos batem na costa, esculpindo seus contornos em todo o globo.

Enquanto antigas características da superfície desaparecem, novas surgem, aos poucos, para substituí-las. Aquelas forças poderosas afetam as montanhas, os oceanos e os continentes, que, sofrendo ao longo de milhões de anos essa ação constante, vão mudando de aparência. De forma lenta e implacável, o planeta Terra está sempre se modificando.

MORTE DOS DINOSSAUROS
Os dinossauros desapareceram há 65 milhões de anos. Ninguém sabe ao certo por que isso aconteceu. Alguns cientistas acreditam que um asteróide se chocou com a Terra, espalhando milhões de toneladas de poeira no ar. Por vários meses, essa poeira bloqueou grande parte da luz e do calor do Sol e o dinossauro, no frio, não pôde sobreviver. Hoje, as enormes crateras de meteoritos e o iguana-gigante, um primo distante do dinossauro, são os únicos vestígios desse mistério dos tempos pré-históricos
K. Wothe/Bruce Coleman Ltd.
E. D. McKee/USGS

Em seu passeio no espaço, o astronauta norte-americano Bruce McCandless está encapsulado num autêntico sistema portátil de sobrevivência. Ele o protege de radiações perigosas e de extremos de temperatura, ao mesmo tempo que garante ar para a respiração e pressão atmosférica adequada.

SOBREVIVÊNCIA NO ESPAÇO

- DUROS EXERCÍCIOS
- VENCENDO A GRAVIDADE
- OSSOS FRÁGEIS

MENOS DE QUARENTA ANOS de idade, menos de 1,73 metro de altura, excelente saúde, diploma em engenharia, vasta experiência como piloto de jatos.

Estes eram apenas alguns dos requisitos dos primeiros astronautas da NASA. Hoje as exigências são bem menores, mas, mesmo assim, os candidatos precisam passar por um longo e rigoroso programa de treinamento.

O menos agradável dos aparelhos que o futuro viajante do espaço tem que enfrentar é a máquina centrifugadora. Trata-se de um cilindro que, girando em alta velocidade, "cola" o corpo da pessoa contra suas paredes internas, para simular as tensões — conhecidas como forças *g* — que serão experimentadas durante a decolagem e a reentrada na atmosfera.

Exercícios para *g*-zero

Uma vez no espaço, o problema do excesso de gravidade cede rapidamente lugar ao da gravidade zero, ou seja, a ausência de peso. Para se desincumbir com eficiência de suas tarefas, o astronauta precisa aprender a lidar com essa estranha condição.

Como não se pode simplesmente "desligar" a gravidade da Terra, desenvolveram-se vários sistemas de simulação da ausência de peso para o treinamento. Um deles é colocar os candidatos a astronauta num avião que faz mergulhos descrevendo curvas previamente estudadas. Por cerca de meio minuto, os passageiros flutuam no interior da aeronave, protegidos por paredes acolchoadas.

Problemas com o corpo

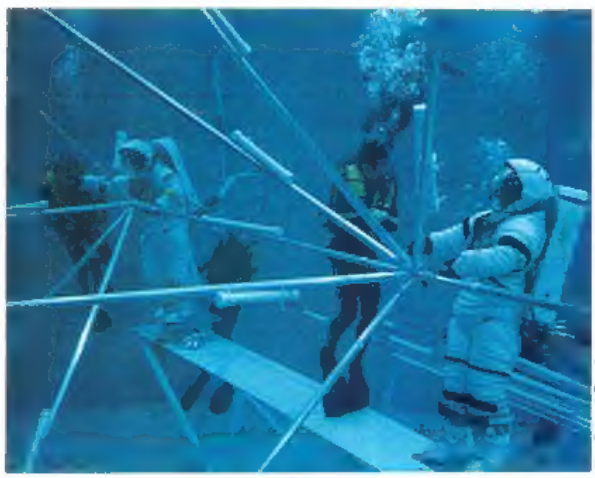
O estudo das experiências de astronautas soviéticos e norte-americanos que passaram muitos meses em órbita permitiu identificar alguns dos perigos inerentes a longas viagens espaciais. Sob gravidade zero, o coração torna-se mais fraco e tem seu tamanho progressivamente reduzido, enquanto os músculos se debilitam e perdem tônus. Contudo, o efeito mais preocupante da ausência de peso é o que afeta o esqueleto do astronauta.

Na Terra, nossos ossos se renovam completamente a intervalos de cerca de seis meses. Sob gravidade zero, porém, o cálcio dos ossos do astronauta desaparece à mesma velocidade em que ocorreria no ambiente terrestre, enquanto o processo de renovação é bem menor. Resultado: o esqueleto torna-se cada vez mais quebradiço com o passar do tempo. Os cientistas ainda não sabem se esse processo pode ser totalmente revertido depois que o astronauta regressa à Terra.

A prevenção

Para combater alguns dos problemas ligados à ausência de peso, os astronautas precisam exercitar o corpo quando estão no espaço. Um pequeno ginásio, com esteira de corrida e bicicleta ergométrica, será essencial em qualquer futura estação espacial permanente ou em astronaves interplanetárias. Melhor ainda será se as áreas de habitação e trabalho dos astronautas puderem ser feitas de modo a girar lentamente, gerando dessa forma uma força semelhante à da gravidade.

Um astronauta experimenta na água efeito semelhante ao da ausência de peso sentida no espaço. Num voo espacial com pesos para que flutue a certa profundidade, ele pratica tarefas que terá em órbita. Mergulhadores experientes ficam por perto, para o caso de alguma emergência.



Marc Donnelli Douglas

Pela escotilha, Kathryn Sullivan observa a Terra do alto. Como ela, muitas mulheres têm estado presentes em diversas missões espaciais bem-sucedidas.

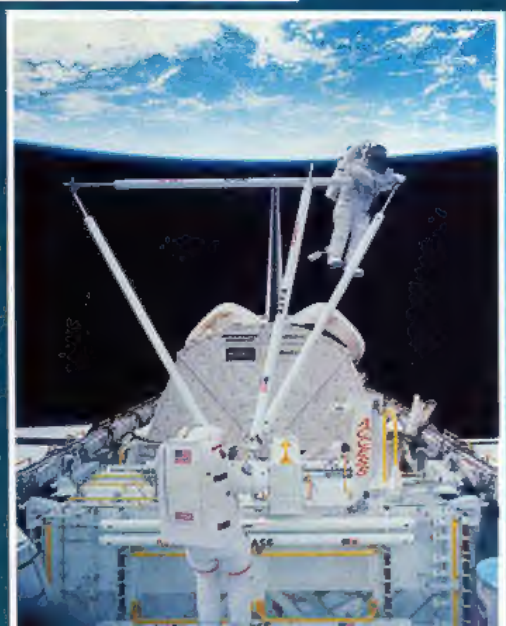
Antes da viagem ao espaço, os astronautas passam por muitas horas de vôo simulado. Na foto, Robert Crippen se encontra nos comandos do ônibus espacial Columbia, no Centro Espacial Kennedy. Embora os controles sejam totalmente automáticos, é vital familiarizar-se com eles antes do lançamento.

Líquidos não derramam no espaço, mas se transformam em glóbulos. Na nave, as bebidas são aspiradas diretamente de suas embalagens.

Carne, ovos e cereais são alguns dos alimentos ingeridos no espaço. A maior parte, em pó, a água é acrescentada antes da refeição. Tudo é mantido em embalagens [illegible] em bandejas, para evitar [illegible] flutuem na cabine.

Presos a seus assentos, dois astronautas dormem um pouco. Devido à gravidade zero, é preciso amarrá-los e envolvê-los em sacos de [illegible] para evitar que saiam flutuando pela nave.

Como artistas de trapézio, dois astronautas erguem-se por sobre a área de carga do ônibus, com um cabo ligando seus pés à espaçonave. Os astronautas executam muitas tarefas no espaço, inclusive de manutenção e conserto da própria nave e de satélites.



O exercício diário. 226 km acima da Terra. Os astronautas precisam se exercitar regularmente no espaço, para se protegerem contra o enfraquecimento dos ossos causado pela falta de gravidade. Na foto, Jon Engels atado a um aparelho de ginástica, no compartimento do meio do ônibus espacial.

Todas as fotos: cortesia NASA

O ÔNIBUS ESPACIAL

- A ESPAÇONAVE REUTILIZÁVEL
- CONSERTOS DE SATÉLITES
- O POUSO

separação do tanque externo; motores auxiliares levam o ônibus até a órbita
corte dos motores principais após 8,5 minutos
motores principais em aceleração moderada
separação dos impulsionadores
fim da carga dos impulsionadores, 2 minutos depois da decolagem
subida com propulsão dos impulsionadores e motores principais
queda dos impulsionadores no mar
resgate dos impulsionadores, para futura reutilização
estágio de pré-lançamento, controlado pela base
David Parker

EXPELINDO FOGO, O ÔNIBUS espacial norte-americano eleva-se lentamente na torre de lançamento e depois decola. Dali a oito minutos, levando tripulação e carga, ele entrará na órbita programada, a cerca de 200 quilômetros acima da superfície da Terra.

Ao contrário de um foguete comum, o ônibus espacial, pela forma como foi projetado, pode fazer várias viagens. Suas partes principais compreendem o corpo da espaçonave (na forma de um avião bojudo), dois foguetes impulsionadores e um tanque externo.

No lançamento, os dois impulsionadores e os três motores principais da parte de trás da nave são acionados ao mesmo tempo. Cabe aos impulsionadores fazer com que o ônibus deixe o chão e ganhe velocidade. A dois

A cabine de comando é dominada pelo computador de vôo, que opera com três monitores de vídeo (no centro do painel). Nos primeiros vôos, o comandante e o piloto ficavam em assentos que podiam ser ejetados em caso de emergência.

INCRÍVEL
GOSTOSO, MAS...
DIZEM QUE O PASSEIO MAIS AGRADÁVEL NO ESPAÇO É NO ÔNIBUS, QUE DECOLA COMO UM FOGUETE E POUSA COMO UM AVIÃO. CONTUDO, MAIS DA METADE DOS ASTRONAUTAS (HOMENS E MACACOS) QUE FIZERAM A VIAGEM SOFREU, DURANTE UNS DOIS DIAS, O MAL CHAMADO DE "ENJÔO DO ESPAÇO".
Paul Raymonds

minutos de vôo, porém, o combustível desses foguetes termina e eles caem no mar, com pára-quedas.

Recebendo combustível do tanque externo, os três motores principais da nave continuam trabalhando por mais seis minutos. Quando desligam, a nave está na fronteira da atmosfera, pronta para corrigir sua rota e entrar em órbita. O tanque externo é desacoplado e retorna, incendiando-se ao reentrar na atmosfera — é a única parte que não poderá ser reutilizada.

Tarefas em órbita

Uma vez no espaço, a tripulação (de duas a sete pessoas) pode se dedicar a serviços como lançar satélites trazidos no compartimento de carga ou mesmo sair do ônibus para fazer consertos.

Com uma unidade de deslocamento — uma mochila especial, com pequenos propulsores — o astronauta move-se livremente num raio de até 100 metros do ônibus. Isso permite consertar satélites no próprio espaço ou colocá-los no ônibus para levá-los de volta à Terra.

Para lançar satélites e fazer outras tarefas pesadas, estende-se, a partir do compartimento de carga, um braço robotizado, que obedece aos comandos dados de dentro da nave pela tripulação.

Muitas vezes, um satélite de comunicações deve ser colocado 35.900 quilômetros acima do equador, em órbita estacionária. O ônibus, contudo, não pode ir além de 1.100 quilômetros. Por isso, o satélite é ejetado do compartimento de carga e depois, pelo impulso de um foguete a ele acoplado, segue para o lugar programado.

Uma missão do ônibus pode durar até trinta dias, do lançamento ao pouso na Terra. Na reentrada na atmosfera terrestre, a uma velocidade de 27 mil quilômetros por hora, a superfície externa da espaçonave chega a atingir 1.500 graus centígrados. Por isso, ela necessita da proteção de um material térmico especial.

Por fim, a nave aterrissa numa pista, como se fosse um avião comum. Depois, é acoplada a um enorme avião a jato, especialmente adaptado, e levada de volta à base de lançamento, onde, depois de novamente preparada, aguardará a próxima viagem.

NASA

Flutuando no espaço, dois astronautas do Discovery resgatam um satélite com problemas.

saída da órbita, usando os motores auxiliares para diminuir a velocidade
o aquecimento na reentrada bloqueia o sistema de comunicações
aquecimento máximo: nariz e bordos de ataque atingem 1.500°C
comunicações restauradas quando a velocidade cai e a nave começa a planar
várias curvas em S, para desacelerar ainda mais o ônibus
preparação para aterrissagem, dois minutos antes do pouso
aproximação: o leme atua como freio aerodinâmico
pouso, uma hora depois da saída da órbita

DESASTRE NO CÉU

Frank Spooner Pictures

Na tarde de 28 de janeiro de 1986, uma terça-feira, 73,6 segundos após ter sido lançado, o *Challenger* explodiu, matando os sete membros da tripulação. Acredita-se que o problema foi causado por vedação defeituosa em um dos foguetes impulsionadores, por onde os gases quentes escaparam. Com a liberação dos gases, a 3.100 graus centígrados, imediatamente ocorreu a enorme explosão que despedaçou a nave. Os dois impulsionadores continuaram a voar até serem destruídos, segundos mais tarde.

O acidente do *Challenger* levou a uma interrupção temporária no programa de ônibus espaciais norte-americano, que só seria retomado em 1989, com condições de segurança extremamente aumentadas.

David Parker

LASERS DE RAIOS X

SATÉLITES DESTRUIDORES

FOGUETES INTERCEPTADORES

GUERRA NAS ESTRELAS

um satélite-espião capta o lançamento de mísseis inimigos e avisa o centro de controle, que coloca em ação o esquema de armas espaciais defensivas
um laser químico aguarda em órbita, pronto para a resposta a um ataque
um canhão de feixes de partículas atômicas emite disparo que inutiliza os sistemas eletrônicos do míssil
um espelho em órbita envia o feixe de raios laser em direção ao alvo
um canhão eletromagnético dispara pequenos projéteis que, orientados pelo calor, viajam em altíssima velocidade até o alvo
um laser de raios X, alimentado por energia nuclear, é disparado de um submarino nas proximidades
estações de radar detectam e rastreiam mísseis inimigos quando eles se dirigem a seus alvos
uma estação terrestre gera um feixe de laser de alta energia, que pode perfurar a blindagem de um míssil
Ian Stephen

DE REPENTE, soa um alarme no quartel-general secreto do Comando de Defesa Aérea dos Estados Unidos. O país e seus aliados estão sofrendo um pesado ataque nuclear.

Imediatamente são emitidas ordens a um fantástico arsenal em órbita em torno da Terra. Raios laser pulsam e foguetes interceptadores decolam de suas rampas de lançamento, num amplo esforço para destruir os mísseis inimigos antes que eles atinjam seus alvos. Dentro de apenas meia hora, vai começar a Terceira Guerra Mundial.

Em 1983, o presidente Ronald Reagan anunciou que os EUA tencionavam desenvolver um sistema de defesa espacial contra possíveis ataques nucleares. Chamado oficialmente de Iniciativa de Defesa Estratégica (Strategic Defence Initiative, ou SDI), o sistema foi logo apelidado de Guerra nas Estrelas.

Cerca de 2 mil mísseis intercontinentais com base na União Soviética estão apontados para os EUA. Cada um deles pode levar de seis a dez ogivas, ejetadas com muitos disfarces para confundir o inimigo. Eles viajam independentes até seus alvos, cobrindo 8 mil quilômetros em apenas trinta minutos. O SDI foi concebido para garantir que nenhuma daquelas ogivas chegue ao território norte-americano — cada míssil deve ser destruído quando ainda em vôo.

Satélites-espiões e radares de solo assegurariam o primeiro alerta sobre um ataque nuclear em curso. Suas informações alimentariam automaticamente um conjunto de poderosos computadores nos quartéis-generais

de defesa. Dados sobre posição e rota de cada míssil inimigo seriam processados e transferidos para outros computadores situados em torno dos EUA. Destes partiriam os comandos para os diversos armamentos da Guerra nas Estrelas em órbita terrestre.

Menos de cinco minutos após seu lançamento, a primeira onda de mísseis inimigos seria encontrada por uma rajada de raios laser. (Os lasers emitem um poderoso feixe de luz concentrada que viaja à velocidade de 300 mil quilômetros por segundo e é capaz de perfurar a blindagem de um míssil.) Alguns lasers seriam levados a bordo de espaçonaves voando a grande altitude.

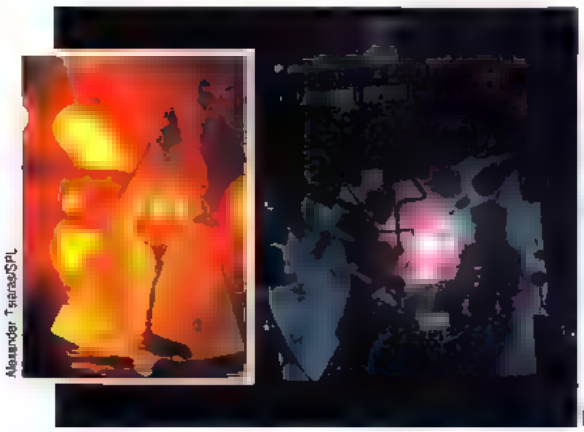
Os grandes lasers aerotransportados apontariam para seus alvos com altíssima precisão e disparariam contra eles rajadas de raios X. Ao mesmo tempo, feixes de lasers de bases terrestres atingiriam espelhos de 5 metros de diâmetro em órbita e seriam refletidos por eles em direção aos alvos.

Atingidos acima da atmosfera, centenas de mísseis inimigos poderiam ser destruídos pelos lasers defensivos. Mas outras centenas deles escapariam. Para essa hipótese, outros dispositivos da Guerra nas Estrelas entrariam em ação. Armas incomuns, conhecidas como canhões eletromagnéticos, usariam uma longa corrente de fortes eletroímãs para arremessar projéteis a altíssimas velocidades.

Alimentado por um reator nuclear, cada canhão magnético seria capaz de disparar no mínimo duas vezes por segundo, usando sensores de calor para identificar o alvo. Já os canhões de partículas enviariam feixes de partículas atômicas capazes de penetrar um míssil e danificar seus componentes eletrônicos.

Os mísseis que conseguissem escapar tanto dos lasers quanto do armamento auxiliar seriam atacados por uma salva de foguetes interceptadores, que, lançados do solo, simplesmente destruiriam qualquer objeto em seu caminho. Isso seria contudo, apenas uma garantia a mais: em teoria, os lasers do SDI bastariam para resolver o problema.

Aliás, o SDI não passa mesmo de teoria. A maior parte de sua tecnologia ainda não foi desenvolvida — até hoje não se construiu uma arma como o canhão eletromagnético e ninguém sabe como ela funcionaria na prática.



Alexander Tsiaras/SPL

Canhões laser em teste de laboratório. Na foto menor, o disparo abre um buraco numa placa de alumínio. Esse tipo de laser pode destruir circuitos eletrônicos no interior de um míssil. E, por ser imune ao campo magnético terrestre, pode ser emitido em linha reta contra alvos situados a grande distância

Possibilidade real?

Outro aspecto importante é que um sistema defensivo espacial precisaria ser controlado e operado por computadores. Estes usariam os maiores e mais complexos programas já criados, e o único meio de testá-los completamente seria numa guerra real. Por essa razão, muitos cientistas acham que o SDI jamais seria confiável.

Mais um importante argumento contra a Guerra nas Estrelas é o de que outros países poderiam desenvolver "satélites destruidores" - espaçonaves orbitais que explodiriam satélites-espiões, lasers e outros armamentos do SDI. Segundo muitos especialistas, o SDI, longe de aumentar a segurança mundial, poderia conduzir a um perigoso incremento adicional da corrida armamentista.

Departamento de Defesa dos EUA

Antes: um míssil *Titan I* repousa ao sol no Novo México

Depois: e é despedaçado por um feixe de laser de alta energia. Esse teste demonstrou o poder do MIRACL (Mid-Infra-Red Advanced Chemical Laser), um dos lasers projetados para o sistema SDI

"Tecnologia de paz"

Alguns equipamentos para fins militares que hoje vêm sendo objeto de pesquisa para o SDI poderiam eventualmente ter uso pacífico. Uma equipe de cientistas da NASA, por exemplo, sugeriu que o canhão eletromagnético poderia ser empregado para lançar ao espaço pequenas sondas científicas. Cada uma delas, equipada com avançados microcomputadores e sensores, teria tamanho não maior que um bule e pesaria somente de 1 a 2 quilos. Disparada da Terra a altíssima velocidade, essa minúscula espaçonave levaria apenas alguns anos para atingir Saturno.

INCRÍVEL
FAZENDO HORAS EXTRAS
É MUITO FÁCIL FALAR EM GUERRA NAS ESTRELAS. MAS UM HOMEM LEVARIA 30 MIL ANOS PARA PROGRAMAR TODOS OS SUPERCOMPUTADORES NECESSÁRIOS AO SISTEMA DE DEFESA DO OCIDENTE
Paul Raymonde

ALVO: LUA

- A VIAGEM
- OS PIONEIROS
- O REGRESSO

"UM PEQUENO PASSO PARA o homem, um grande salto para a humanidade." Milhões de pessoas, atentas a seus televisores, ouviram Neil Armstrong dizer essa frase enquanto imprimia a primeira pegada humana no solo da Lua.

Esse fato histórico ocorreu no dia 20 de julho de 1969, quatro dias depois que o *Saturno V*, um poderoso foguete com mais de 110 metros de altura foi lançado de sua plataforma em Cabo Canaveral, na Flórida. Na ponta do foguete estava a espaçonave *Apolo 11*, que depois se separaria dele para rumar à Lua. Amarrados em seus assentos no compartimento da tripulação, o módulo de comando, estavam os astronautas Neil Armstrong, Edwin "Buzz" Aldrin e Michael Collins — dois dos quais seriam os primeiros seres humanos a pisar em outro mundo.

A caminho da Lua

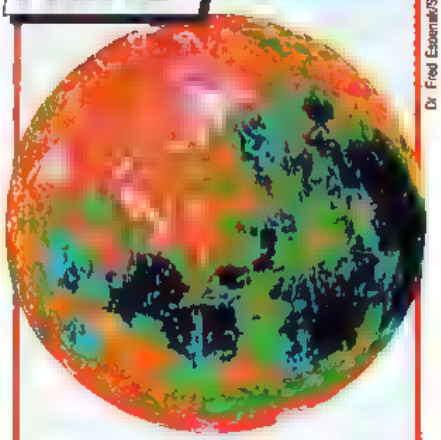
O foguete compunha-se de vários estágios independentes, projetados para serem ejetados ao espaço após cumprirem sua missão no sistema de propulsão da nave.

Às 9h32 do dia 16 de julho, uma quarta-feira, queimaram-se por segundo 15 toneladas de combustível e oxigênio líquido enquanto o foguete decolava. Dois minutos e meio depois e 61 quilômetros acima, o primeiro estágio, que tinha transportado uma enorme quantidade de combustível para o impulso inicial, desacoplou-se e caiu de volta à Terra.

Atingida a velocidade de 9 978 quilômetros por hora, o segundo estágio entrou em ação, levando o restante do foguete a mais 124 quilômetros acima e alcançando, em seis minutos e meio, os 24 940 quilômetros por hora. Então ele se desacoplou e o terceiro estágio, acionado, colocou a espaçonave numa órbita ao redor da Terra. Depois, os foguetes do próprio terceiro estágio seriam novamente ligados agora para conduzir a *Apolo* rumo à Lua.

Na mais recente expedição lunar, o astronauta Harrison Schmitt examina uma grande pedra, provavelmente uma das muitas formadas pelo impacto de um meteorito há milhões de anos. Schmitt foi o primeiro cientista a viajar à Lua

PERFIL A LUA



Dr. Fred Espenak/SPL

A Lua mostra uma fulgurante face nesta foto feita em telescópio e colorida artificialmente. Único satélite da Terra, ela é rochosa, sem vida e sem ar.

Diâmetro 3.476 km

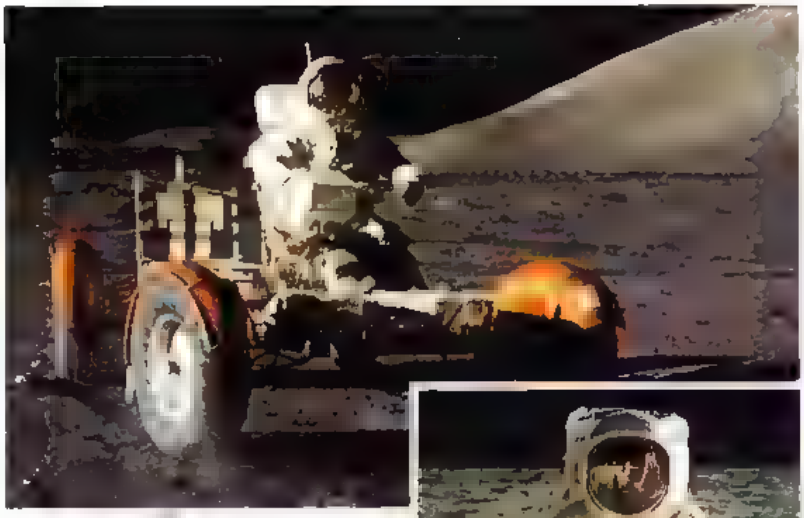
Distância da Terra
no apogeu 406.600 km
no perigeu 356.300 km
média 384 000 km

Temperatura
máxima 101°C
mínima −153°C

Gravidade na superfície 0,165
(gravidade terrestre = 1)

Exames geológicos nas pedras lunares trazidas à Terra mostram que elas se formaram de 3 a 4,5 bilhões de anos atrás, a partir de rochas derretidas que resfriaram e cristalizaram.

NASA



NASA

Um jipe lunar foi usado em posteriores missões Apolo para o deslocamento dos astronautas. Ele também recebia e enviava mensagens

O traje espacial é como um lar portátil para o astronauta. Garante ar, temperatura adequada e proteção contra meteoritos

A espaçonave também era construída em três partes. Na superior situava-se o módulo de comando, que abrigava a tripulação. Sob este ficava o módulo de serviço, com as reservas de combustível e os motores. Por último, o módulo lunar, apelidado de Águia, que levaria à Lua os astronautas e os traria de volta.

No curso para a Lua, os módulos de comando e de serviço se separaram do módulo lunar — ainda conectado ao terceiro estágio do *Saturno* — e deram uma volta de 180 graus, permitindo que o módulo de comando se unisse ao lunar.

Após essa operação, o terceiro estágio foi desacoplado. Em órbita ao redor da Lua, dois astronautas, Armstrong e Aldrin, deslocaram-se lentamente, por um tunel, para dentro do módulo lunar. Este foi então desconectado dos outros dois e iniciou sua descida até a Lua.

Os dois astronautas permaneceram duas horas e dez minutos na Lua. Recolheram mais de 20 quilos de pedras e cascalho, que, na Terra, seriam manejados com extremo cuidado num laboratório especialmente blindado.

Para o regresso, os astronautas decolaram com a metade superior do módulo lunar, enquanto a inferior funcionava como plataforma de lançamento. Depois de novamente acoplados ao módulo de comando, eles voltaram lentamente a seu interior, deixando no espaço o módulo lunar. Pouco antes da reentrada na atmosfera terrestre, o módulo de serviço foi finalmente abandonado. O módulo de comando fez então seu retorno solitário, para um perfeito pouso no mar e uma recepção festiva de toda a humanidade.

INCRÍVEL
UMA QUESTÃO DE PESO
POR CAUSA DA DIFERENÇA DE GRAVIDADE, UM ASTRONAUTA DE 135 QUILOS PESA NA LUA APENAS 23 QUILOS.
Paul Raymonde

RUMO AO FUTURO

COLÔNIA LUNAR

Morar na Lua é uma possibilidade real. No início, algumas pessoas viveriam lá permanentemente — água e oxigênio seriam extraídos das rochas e do solo

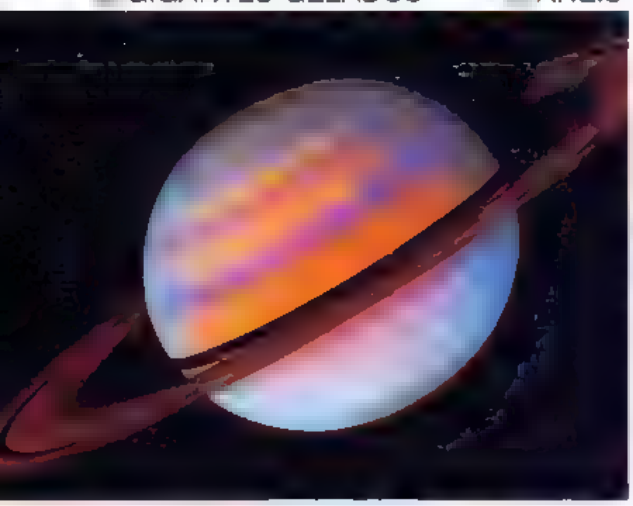
Depois, grandes espaçonaves feitas de metal tirado das rochas lunares seriam empregadas no transporte regular entre a Terra e a Lua

Nick Abadzis

Com o tempo, a Lua poderia receber cada vez mais pessoas. Crianças lá nascidas a consideraram seu verdadeiro lar, indo à Terra apenas para visitas

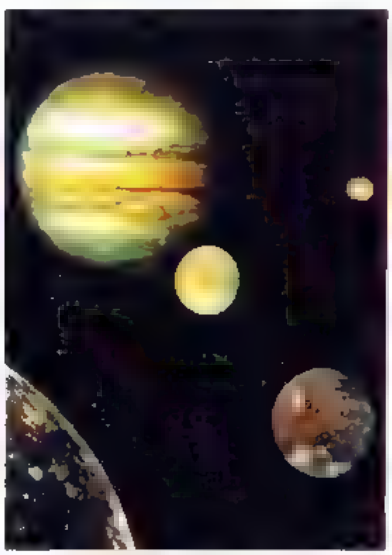
OS PLANETAS EXTERIORES

GIGANTES GELADOS · ANÉIS · SATÉLITES



Saturno e seus magníficos anéis, em foto feita da espaçonave Voyager 1, colorida artificialmente para destacar detalhes. O gás amoníaco, nas profundezas da atmosfera, aparece em laranja, enquanto as regiões azuladas podem ser cristais flutuantes de amoníaco. Quando a Voyager se aproximou de Saturno, demonstrou que os anéis do planeta são feitos de pedaços de rocha e de gelo.

IMAGINE UM GIGANTESCO furacão em redemoinho, que já dura mais de dois séculos. Ou uma lua cheia de rios de lava e enormes vulcões em erupção. Ou ainda um planeta que parece ter sido abalroado por outro corpo celeste



JPL, Califórnia

Júpiter, no primeiro plano, e os quatro maiores de seus dezesseis satélites, de cima para baixo, Io, Europa, Ganimedes e Calixto. Os quatro juntos, caberiam perfeitamente dentro da Grande Mancha Vermelha, seus diâmetros somam 15 mil km, enquanto a mancha tem 25 mil km de comprimento

Essas são algumas das incríveis descobertas dos cientistas a respeito dos chamados planetas exteriores, os que ficam além da órbita de Marte, a uma distância muitas vezes superior à que separa a Terra e o Sol. Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. Com exceção deste último, todos eles são bem maiores do que o nosso planeta.

Gigantes gelados

Quando nos afastamos do Sol, deixamos para trás os planetas quentes e rochosos do sistema e penetramos num lugar em que, como o calor e a luz solares não chegam tão fortes, o espaço é muito frio. É o reino dos gigantes gelados.

O primeiro é Júpiter, tão grande que equivale a cerca de 1 300 Terras e que, como seus enormes vizinhos, não tem uma superfície sólida visível. Do espaço, tudo o que se pode observar nesse planeta é a parte superior de sua atmosfera multicolorida, feita de hidrogênio, hélio, metano e amoníaco. Com milhares de quilômetros de espessura, essas enormes massas de gases possivelmente escondem densos oceanos de hidrogênio líquido. Talvez somente no centro do planeta haja um núcleo sólido de rochas e metais, não muito maior do que a Terra.

Uma das mais conhecidas características de Júpiter é a Grande Mancha Vermelha, que consiste num enorme redemoinho de gases, de forma ovalada, ao redor de cujas bordas sopram ventos de até 360 quilômetros por hora. Ninguém sabe quando se formou essa mancha de mais de 25 mil quilômetros de comprimento.

Júpiter e seus dezesseis satélites parecem uma miniatura do sistema solar. Assim também é Saturno, o planeta que se segue, e que fica, em relação

Júpiter

Saturno

Urano

Netuno

Plutão

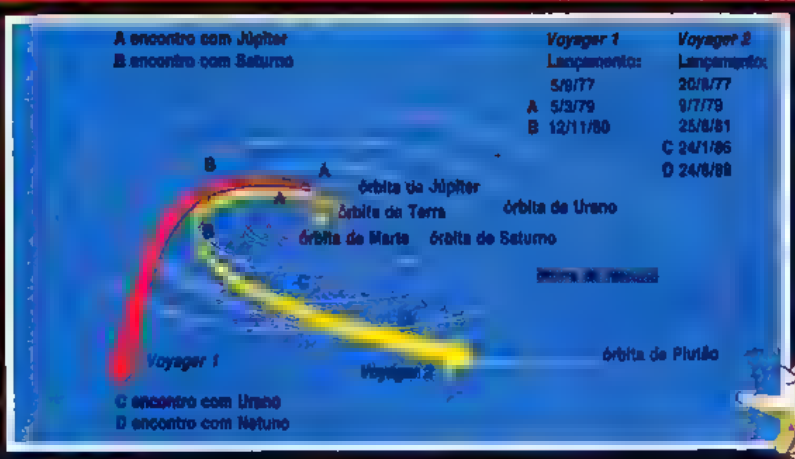
Mark Franklin

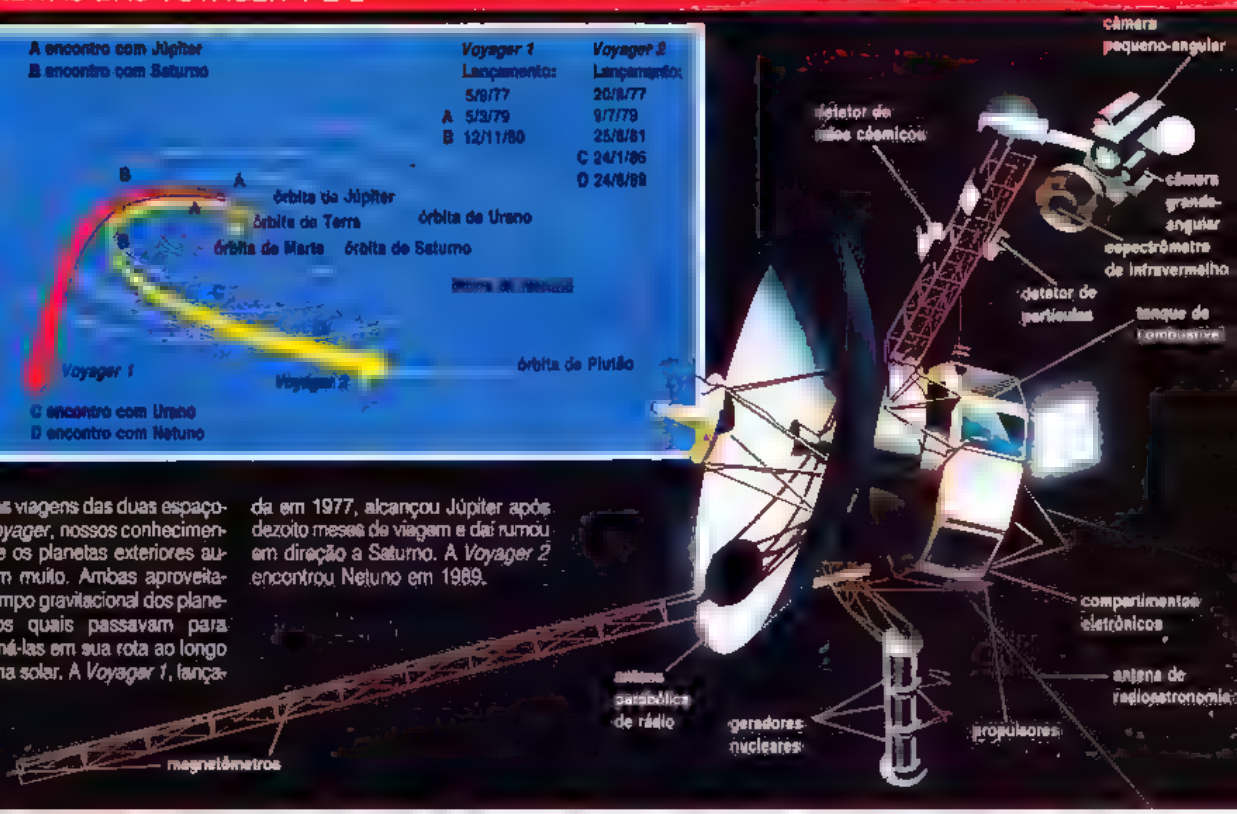
PERFIL

Situados na parte mais exterior de nosso sistema solar, esses cinco planetas apresentam um ambiente frio, estranho e inóspito, onde os anos se confundem com séculos

	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	Plutão
Distância do Sol (milhões de km)	778	1.427	2.870	4 497	5.900
Diâmetro (km)	142.796	120.000	50.800	48.600	2.250
Duração do dia	9h50	10h13	17h14	16h24	6h23
Duração do ano (em anos terrestres)	11,9	29,5	84,0	164,8	247 7
Temperatura (topo das nuvens)	–150°C	–180°C	–210°C	–220°C	–240°C
Quantidade de satélites	16	21	15	2	1

AS ÓRBITAS DAS VOYAGER 1 E 2





Graças às viagens das duas espaçonaves *Voyager*, nossos conhecimentos sobre os planetas exteriores aumentaram muito. Ambas aproveitaram o campo gravitacional dos planetas pelos quais passavam para impulsioná-las em sua rota ao longo do sistema solar. A *Voyager 1*, lançada em 1977, alcançou Júpiter após dezoito meses de viagem e daí rumou em direção a Saturno. A *Voyager 2* encontrou Netuno em 1989.

ao Sol a quase duas vezes a distância entre o próprio Júpiter e o Sol. Saturno tem no mínimo 21 satélites girando a seu redor. O maior é Titã, cuja superfície está sempre coberta por uma densa neblina vermelha. Mas o que torna impressionante esse planeta é sua fantástica coleção de anéis. Apesar de parecerem sólidos à distância, eles são constituídos de pedaços de rocha e gelo, gravitando em torno de Saturno como minúsculas luas.

NASA/JPL

Miranda, um dos quinze satélites conhecidos de Urano, tem uma superfície completamente marcada por crateras e por fendas que podem ter até 15 km de profundidade

Até pouco tempo atrás, achava-se que Saturno era o único planeta do sistema solar dotado de anéis. Recentemente, porém, os cientistas descobriram que Júpiter, Urano e possivelmente Netuno também os possuem.

Onze estreitos anéis, mais escuros que carvão, circundam o misterioso Urano, que tem a seu redor pelo menos quinze satélites — entre os quais o pequeno Miranda, que mostra uma superfície bem estranha. Presume-se que Miranda tenha sido destruído no mínimo em cinco diferentes ocasiões pelo choque de outros corpos contra ele. Mas todas as vezes os fragmentos do satélite voltaram a se agregar.

NASA

Io, que tem tamanho um pouco maior que o da nossa Lua, apresenta uma incessante atividade vulcânica, fenômeno provocado pela enorme gravidade de Júpiter. Sua superfície é recoberta de compostos de enxofre avermelhados.

Mundos em colisão

Não apenas Miranda deve ter sofrido colisões num passado remoto. Ao longo do tempo, os astrônomos têm se perguntado por que o planeta Urano apresenta uma pronunciada inclinação em relação a seu eixo (98 graus), o que provoca uma rotação em sentido contrário à dos demais planetas do sistema. A explicação mais razoável é a de que há bilhões de anos, algum corpo celeste em alta velocidade — talvez um planeta do tamanho da Terra — colidiu violentamente com ele.

Nas redondezas de Netuno outras colisões devem também ter ocorrido. Tritão, um dos satélites desse planeta, gira ao redor dele em sentido contrário ao que seria normal. Nereida, outro satélite, percorre um caminho inacreditavelmente alongado. Já Plutão, o planeta mais distante do Sol, possui uma órbita tão excêntrica que, durante vinte de cada 250 anos, ele interpenetra a órbita de Netuno.

Esses fenômenos levaram os cientistas a imaginar que Plutão talvez tenha sido um satélite de Netuno, e que deve haver um grande planeta além dele, responsável por tirar Plutão e Tritão de suas órbitas naturais. Se existir o planeta X, está tão longe do Sol que só poderia ser observado a intervalos de cerca de mil anos. Ainda não há sinal dele, mas as sondas *Pioneer 10* e *11*, que já deixaram o sistema solar conhecido, talvez cruzem em seu caminho com esse décimo planeta.

INCRÍVEL

O ANO DE 2,5 SÉCULOS

VELINHAS PARA BOLOS NÃO SERIAM UM BOM NEGÓCIO EM PLUTÃO, POIS HAVERIA POUCOS ANIVERSÁRIOS. O PLANETA LEVA TANTO TEMPO PARA DAR UMA VOLTA AO REDOR DO SOL QUE CADA ANO LÁ EQUIVALE A MAIS DE 247 NA TERRA.

Paul Raymonde

- HÁ VIDA EM MARTE?
- VULCÕES GIGANTES
- RUMO A PHOBOS

MARTE

A PRÓXIMA PARADA

COM A DESCIDA AMORTECIDA por três enormes pára-quedas, cada qual do tamanho de um campo de futebol, uma nave tripulada penetra a rarefeita atmosfera de Marte. A algumas centenas de metros da superfície, seus retrofoguetes são acionados, levantando o pó que cobre o planeta. Segundos depois, a cápsula, com seus oito astronautas a bordo, pousa suavemente no misterioso Planeta Vermelho.

No começo do século XXI esse fato histórico vai efetivamente acontecer. Aliás, os cientistas norte-americanos e soviéticos já estão solicitando a seus governos que invistam no projeto de uma missão tripulada a Marte.

Exceção feita à Lua, Marte é o lugar mais fácil para o homem visitar e explorar. Além disso, seria o local ideal para a instalação de uma base permanente de estudos científicos e para futuras investigações sobre o sistema solar.

Sobrevivência

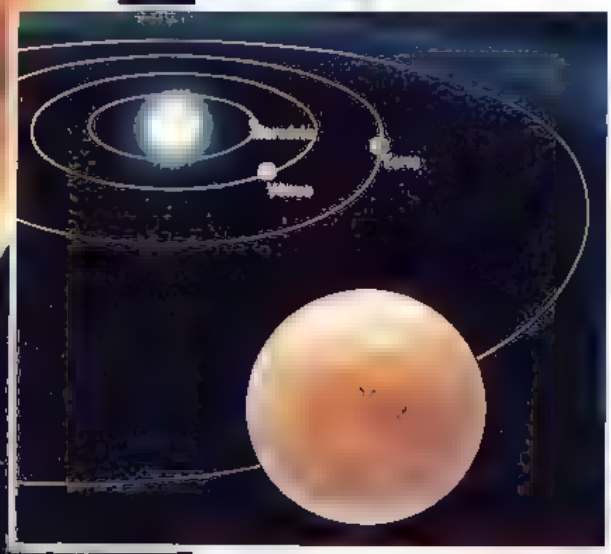
Depois da Terra, Marte é o mais acolhedor dos planetas para o ser humano. Sua atmosfera rarefeita, de dióxido de carbono, não é agressiva (embora não permita a vida). E, com uma temperatura média, na superfície, de 23 graus centígrados negativos, o planeta não chega a ser mais frio do que, por exemplo, a Antártica no inverno.

Apesar disso, os primeiros exploradores vão ter que se proteger muito bem para enfrentar as condições locais. Os trajes espaciais terão importância vital: a atmosfera é tão rarefeita que, pelos padrões da Terra, está próxima do vácuo.

Sem essas cautelas, os exploradores não conseguiriam sobreviver em Marte. Mesmo que a atmosfera consis-

Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol. Como é o que mais se assemelha à Terra, poderá abrigar a primeira colônia humana no espaço, no próximo século.

JPL/NASA



Pavel Kostal

INCRÍVEL
OPERÁRIOS MARCIANOS
O ASTRÔNOMO NORTE-AMERICANO PERCIVAL LOWELL CAUSOU SENSAÇÃO NO SÉCULO PASSADO COM A TEORIA DE QUE MARTE TINHA UMA REDE DE CANAIS CONSTRUÍDOS POR SERES INTELIGENTES.
Paul Raymonde

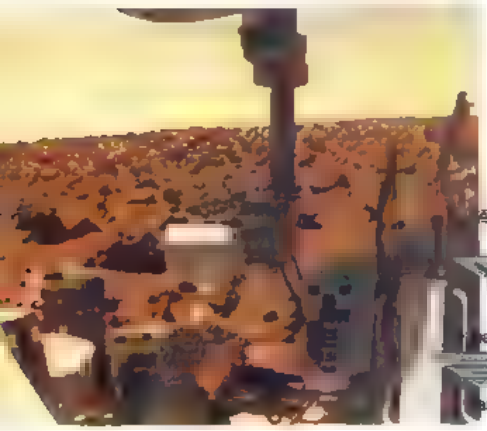
MISSÕES A MARTE BEM-SUCEDIDAS

Lançamento	País	Sonda	Resultado
28/11/64	EUA	Mariner 4	Transmitiu fotos da superfície de Marte e dados sobre a atmosfera
18/07/65	URSS	Zond 3	Testou comunicações, com a nave cruzando a órbita de Marte.
25/02/69	EUA	Mariner 6	Fez fotos mostrando crateras semelhantes às da Lua.
27/03/69	EUA	Mariner 7	Enviou fotos da superfície do planeta.
30/05/71	EUA	Mariner 9	Entrou em órbita de Marte e transmitiu centenas de fotos do planeta e de seus satélites bem como outros dados.
25/07/73	URSS	Marte 5	Entrou em órbita de Marte e enviou fotos da superfície e dados sobre a atmosfera.
05/08/73	URSS	Marte 6	Enviou dados sobre a atmosfera, mas os contatos com o *lander* cessaram logo após o pouso.
20/08/75	EUA	Viking 1	Primeiro pouso suave no planeta e primeiras fotos feitas a partir da superfície.
09/09/75	EUA	Viking 2	Após um pouso suave, transmitiu fotos a partir da superfície
07/07/88 e 12/07/88	URSS	Phobos	Duas espaçonaves lançadas para estudar Marte e seus satélites Phobos e Deimos, colocar *landers* em Phobos e fazer fotos. Pouso em fevereiro de 1989.

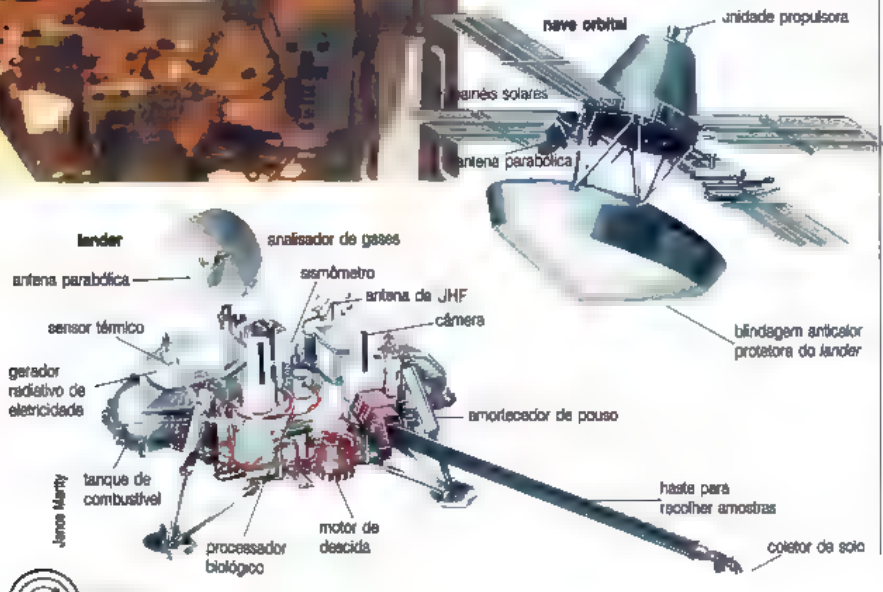
tisse em puro oxigênio, nenhum ser humano poderia respirá-lo, pois, para isso, nosso corpo exige uma pressão atmosférica bem maior do que a existente naquele planeta.

Quando a pressão atmosférica diminui, o ponto de ebulição dos líquidos também diminui proporcionalmente — por exemplo, numa montanha terrestre alta, a água ferve a somente 70 graus centígrados. Em contato direto com a baixa pressão atmosférica reinante em Marte, nosso sangue começaria quase imediatamente a ferver.

Mas, mesmo com o desconforto dos trajes espaciais, os astronautas logo perceberão que podem se locomover naquele planeta tão bem quanto aqui, pois a gravidade lá é bem menor. Em Marte, nosso corpo ficaria 62 por cento mais leve do que na Terra.



Duas espaçonaves Viking foram colocadas em órbita de Marte em 1975. Elas lançaram módulos com instrumentos (chamados landers) à superfície do planeta, para tirar fotos e pesquisar solo e atmosfera. A foto aqui mostrada foi transmitida pela antena parabólica existente no alto do lander



Na superfície marciana tudo é vermelho. Mesmo o céu tem tonalidade rosa, principalmente perto do horizonte. Isso porque uma fina poeira vermelha, tão leve que flutua na atmosfera, recobre todo o planeta. E o que gera essa cor é o ferro, que está presente em grandes quantidades no solo marciano.

Mundo dos ventos

Os exploradores de Marte terão que se acostumar com esse solo vermelho e infértil, repleto de pedras. Estas são batidas por um vento que, devido ao ar rarefeito, sopra muito rápido — tal como a água, na Terra, flui com mais velocidade do que, por exemplo, o óleo. Ao longo dos séculos, esse vento penetrante vai desgastando as rochas.

Por causa dessa ação dos ventos, partículas de areia são lançadas no ar a grandes alturas. Daqui da Terra, mesmo com telescópios pouco sofisticados, é possível observar imensas tempestades de areia, que, por vezes, cobrem todo o planeta durante semanas.

Essa poeira, que está por toda parte, poderia se tornar um grande problema para os exploradores. Todos os

PERFIL COMPARAÇÃO ENTRE MARTE E TERRA

O dia marciano tem quase a mesma duração do dia terrestre. Na maioria dos outros aspectos, porém, Marte é bem diferente de nosso planeta

Medidas	Marte	Terra
Diâmetro no equador	6.787 km	12.756 km
Distância (média) do Sol	227 milhões de km	149 milhões de km
Massa	0,107 da massa da Terra	1 massa da Terra
Volume	0,15 do volume da Terra	1 volume da Terra
Densidade	3,9 g/cm^3	5,5 g/cm^3
Gravidade na superfície	0,38 da gravidade da Terra	1 gravidade da Terra
Tempo de rotação	24h37m23s	23h56m4s
Tempo de translação	686,98 dias terrestres	365,26 dias terrestres
Número de satélites	2	1

objetos deverão ser especialmente projetados para enfrentá-la, do contrário ela necessariamente se introduzirá nos alojamentos, retida nas botas dos astronautas tal como ocorreu com o solo lunar nas missões *Apolo*

Paisagens marcianas

Imagine-se dentro da primeira espaçonave tripulada a pousar em Marte. Pelas escotilhas você provavelmente veria dunas de areia formadas pela poeira que os ventos sopram. Em 1976, duas sondas norte-americanas Viking enviaram fotos exatamente desse tipo de cenário

Se você resolvesse explorar a interessante superfície do planeta, deveria ter em mente que há vulcões por lá — entre eles, o maior dos até aqui conhecidos em todo o sistema solar, chamado Monte Olimpo —, embora não se saiba se ainda estão ativos

Também existem desfiladeiros perto do maior deles, o Valles Marineris, o Grand Canyon pareceria pequeno. Esses desfiladeiros talvez guardem um dos mais fantásticos segredos de Marte, pois, ao que tudo indica, eram cortados por grandes rios, nesse planeta cuja superfície, hoje, parece mais seca do que qualquer deserto da Terra.

O primeiro pouso do homem em Marte vai ocorrer no início do século XXI. Os astronautas deverão ter muita paciência, pois passarão dois anos, durante a viagem, trancados na nave. Depois, descerão no módulo de pouso. Como mostra o desenho, pára-quedas gigantes reduzirão a velocidade do módulo e em seguida os retrofoguetes entrarão em ação, garantindo um pouso suave.

NASA

A rasa cratera Argyre e as montanhas que a circundam foram formadas pela queda de um imenso meteoro na superfície de Marte.

Uma das primeiras tarefas dos exploradores será, justamente, tentar descobrir se ainda existem reservas de água no subsolo do planeta, como suspeita a maioria dos estudiosos. Mas certamente algo que eles não vão encontrar são os famosos canais, que por muito tempo os astrônomos acreditaram ver na superfície do planeta, e que muita gente imaginava fossem obra de seres inteligentes. Hoje, essa idéia passou totalmente para o campo da ficção científica.

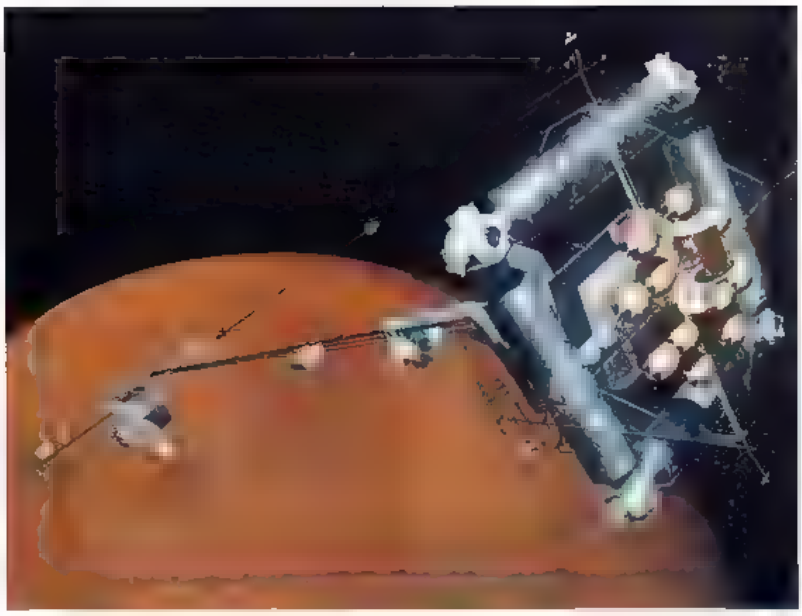
Viajando até os extremos norte ou sul de Marte, você chegaria às calotas polares. A do norte é provavelmente feita de gelo comum, como nos pólos terrestres, enquanto a do sul, ao que parece, é de dióxido de carbono congelado (ou seja, "gelo seco"). Ambas aumentam de tamanho no inverno e diminuem no verão, com sucessivos congelamentos e descongelamentos que criaram bizarros penhascos de gelo.

Tal como a Terra, Marte tem estações do ano — só que, lá, um ano dura aproximadamente o dobro do nosso. O que os exploradores não vão estranhar é a duração do dia, apenas um pouco maior que o nosso: 24 horas e 37 minutos. Graças a isso, há um ciclo quase ideal de dia e de noite, tanto para o ser humano quanto para as plantas, que seriam cultivadas como alimento.

Tudo isso, porém, ainda vai demorar. A exploração de Marte mal começou, com duas espaçonaves não tripuladas que foram investigar o planeta.

Alvo: Phobos

Em fevereiro de 1989, duas sondas espaciais soviéticas orbitaram em torno de Marte antes de se aproximar de Phobos, um de seus dois pequenos satélites. Por um instante, as sondas chegaram a apenas 50 metros da superfície de Phobos e pulverizaram, com a ajuda de raios laser, alguns pedaços de rocha, para que o equipamento de bordo pudesse detectar as



NASA

Uma estação espacial como esta poderá ser colocada na mesma órbita de Phobos. Ela será usada como base para atividades industriais e de mineração no satélite bem como para viagens exploratórias a Marte.

substâncias neles contidas. Depois disso, um módulo (*lander*) lançado na superfície cheia de crateras do satélite passou a saltar como se fosse um canguru, fazendo pesquisas geológicas a cada salto. Entre outras informações, ele enviaria sinais que permitiriam avaliar as possibilidades de existência de água no subsolo.

Confirmou-se a presença de água, e esta será provavelmente usada no futuro para a propulsão das espaçonaves em viagem entre Phobos e Marte — submetendo-a a uma corrente elétrica, é fácil separar da água seus dois elementos, o hidrogênio e o oxigênio, e esses gases poderiam ser usados como combustível para o acionamento dos foguetes.

Se o homem vier a montar uma base em Marte, ele precisará utilizar matéria-prima local sempre que possível, pois o custo do transporte de suprimentos da Terra será enorme. Como Phobos fica relativamente perto de Marte, poderá abrigar um núcleo industrial. Isso explica em grande parte o interesse das investigações sobre o pequeno satélite.

Envolvendo 31 diferentes experiências, o projeto soviético foi uma das mais completas missões espaciais já realizadas com robôs. Logo se seguirão outras ainda mais ambiciosas, que prepararão o caminho para futuras missões tripuladas.

Exploradores em Marte

Quando os primeiros seres humanos pisarão em Marte? E quem serão eles? Pode ser que, no final deste século, União Soviética e Estados Unidos se unam para enviar até lá, nos anos 2000, uma nave tripulada, que seria montada em órbita terrestre, com partes lançadas por um ônibus espacial. Depois disso, com a tripulação a bordo, os motores seriam acionados para colocá-la numa rota curva e em direção oposta ao Sol.

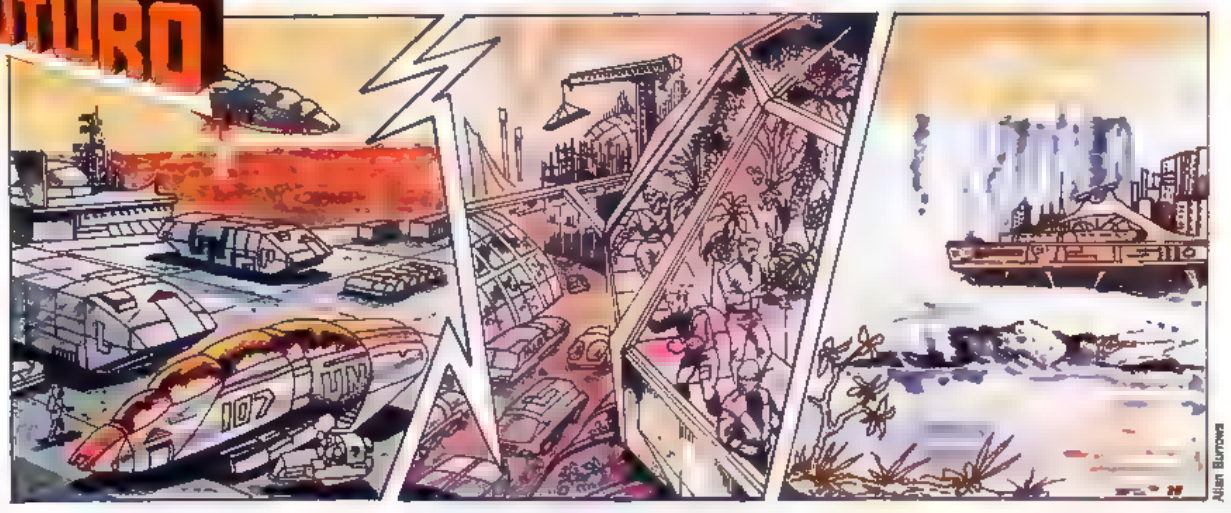
Numa missão que durasse dois ou três anos, os astronautas ficariam uns seis meses na superfície de Marte. Isso significa que precisariam instalar uma base totalmente auto-suficiente e estar preparados para as condições adversas — o frio, a baixa pressão, as tempestades de areia e as radiações solares.

Contra as radiações solares, os cientistas norte-americanos estão estudando vários sistemas de proteção, um dos quais seria, simplesmente, montar acampamentos subterrâneos.

Durante sua estada, os primeiros exploradores usarão um veículo especial que lhes permitirá fazer excursões de muitos quilômetros a partir da base. Também há planos de levar para lá uma aeronave não tripulada, com grandes asas e um enorme propulsor, que voaria sobre os desfiladeiros e vulcões para fazer reconhecimento e tirar fotos. Enquanto isso, os cientistas recolheriam amostras de solo e rochas, fariam perfurações em busca de água, analisariam a atmosfera e procurariam indícios de vida no planeta.

RUMO AO FUTURO

POSTO AVANÇADO NO PLANETA VERMELHO



Allan Burrows

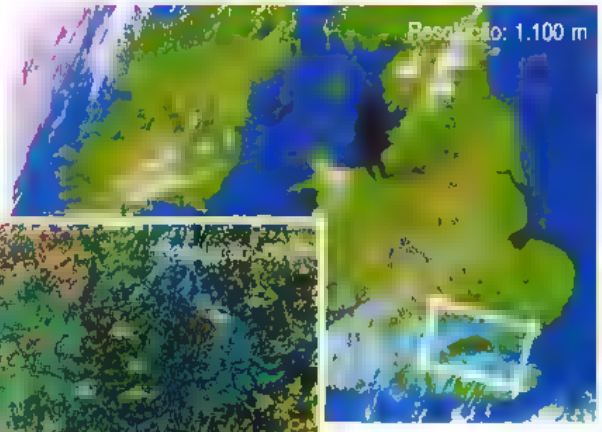
As pessoas que chegassem da Terra em grandes espaçonaves seriam transportadas em pequenos ônibus espaciais até uma base permanente em Marte.

Algumas indústrias poderiam fabricar combustível, adubos e equipamentos, e até obter oxigênio das rochas marcianas. A agricultura seria feita em estufas.

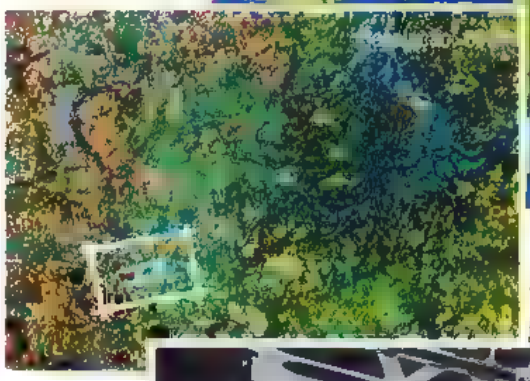
Plantas cultivadas perto das calotas absorveriam calor do Sol. O gelo derreteria, formando mares. Com o tempo, Marte ficaria mais parecido com a Terra.

OLHOS NO ESPAÇO

John Houghton



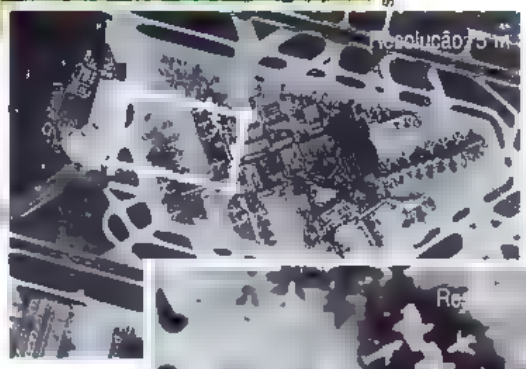
Daily Telegraph Colour Library



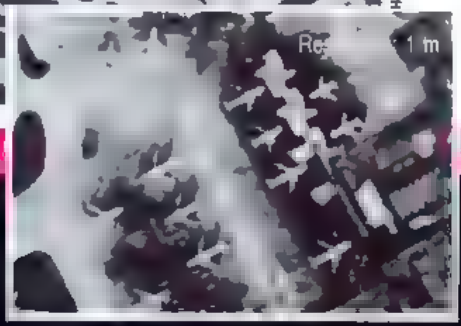
Salamander

EM ALGUM LUGAR NOS ARQUIVOS secretos dos Estados Unidos e da União Soviética há fotografias que, se fossem ampliadas, mostrariam sua casa, seu carro e talvez até mesmo você caminhando na rua.

Elas foram feitas por satélites que gravitam em torno da Terra aparelhados com câmeras poderosíssimas. Mas além de impressionantes fotos, esses "olhos no espaço" fornecem também dados muito importantes. Há satélites em órbita transmitindo informações meteorológicas, enquanto outros pesquisam riquezas minerais.



Heathrow Airport



Os satélites em órbita em torno da Terra podem produzir fotografias de extraordinária qualidade. De cima para baixo: com uma resolução de 1.100 metros, uma foto do sul da Grã-Bretanha com cores naturais, de 30 metros, imagem em infravermelho mostrando o uso da terra; de 5 metros, o aeroporto de Heathrow já visível; de 1 metro, aviões identificáveis no pátio de estacionamento

COMO O LANDSAT FAZ SUAS FOTOS

O satélite move-se numa órbita quase polar, cobrindo boa parte de todo o planeta em dezesseis dias.
Câmeras eletrônicas registram ondas visíveis ou infravermelhas da Terra.
Transmissores enviam a imagem à Terra, na forma de dados digitalizados.
Computadores recriam a imagem na forma de milhões de partes coloridas, os chamados pixels.
Cada pixel representa uma área de apenas 30 metros quadrados de solo.
Grandes antenas parabólicas em estações terrestres recebem os sinais quando o satélite passa pelo local.

Barry Fallon

UM ESPIÃO NO ESPAÇO

Associated Press

Pouca coisa pode escapar do satélite-espião norte-americano KH-11, que tirou esta foto. Ela mostra o porta-aviões nuclear Leonid Brezhnev sendo construído em um porto soviético no mar Negro. Apesar de a foto parecer ter sido tirada de um avião, tal o nível dos detalhes, o satélite estava a nada menos que 250 quilômetros acima da Terra. De lá ele pode fotografar objetos de apenas 30 centímetros.

Tudo o que existe em nosso planeta tem uma maneira própria de absorver, refletir e transmitir luz — por exemplo, uma plantação de trigo vista do espaço mostra-se diferente de um milharal, uma montanha de minério de ferro é bem distinta de uma de carvão; e assim por diante. Os satélites são aparelhados para registrar essas diferenças.

A recepção dos dados

Os satélites coletam dados por meio de uma variedade de instrumentos — câmeras, sensores de radiações infravermelhas e muitos outros — e os transmitem por sinais de rádio e de TV captados em estações terrestres. No caso de fotos, os filmes podem chegar de pára-quedas ou ser revelados no próprio satélite, que então transmite eletronicamente os resultados.

Com o auxílio de computadores, imagens coloridas, detalhadas, podem ser elaboradas a partir das informações enviadas pelos satélites, permitindo aos cientistas localizar plantações com pragas, identificar incêndios florestais, descobrir minerais valiosos, rastrear o movimento de petróleo que, derramado ao mar, ameaça poluir praias, e até mesmo observar a migração de um bando de animais.

No campo da meteorologia, os satélites, além das previsões normais de tempo, são capazes de avisar com antecedência a aproximação e a rota prováveis de nevascas e furacões.

Earth Satellite Corporation

Imagem em infravermelho da cidade de Nova York, feita do Landsat. O rio Hudson aparece no alto. E o aeroporto John Kennedy é o complexo retangular de cor clara, à direita.

Navegação por satélite

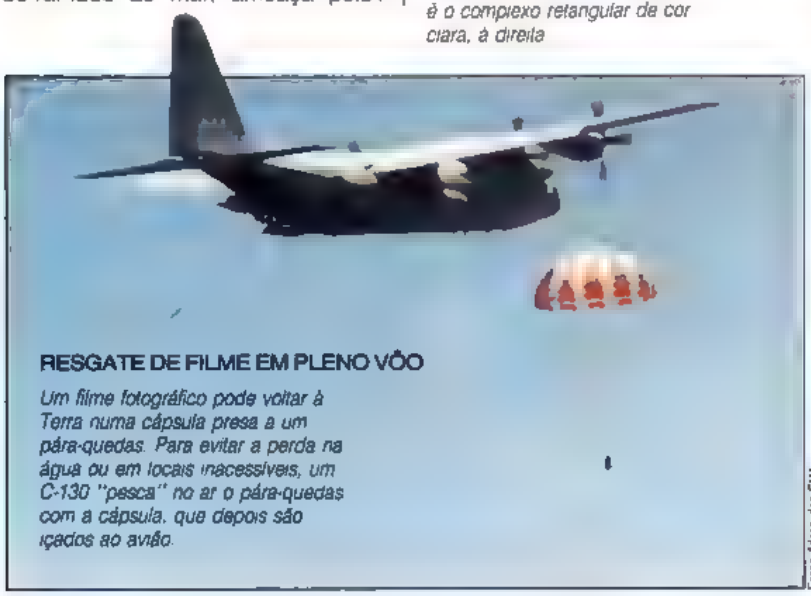
Antigamente, os marinheiros definiam o curso correto de seus navios pela posição do Sol e das demais estrelas. Hoje, satélites de navegação funcionam como "estrelas" eletrônicas, graças às quais os pilotos, no mar ou no ar, podem a qualquer instante saber precisamente onde estão.

Esse tipo de satélite envia sinais de rádio que dão sua localização exata no espaço no momento desejado. Para saber a posição de seu navio ou avião, o piloto só precisa sintonizar os sinais de três desses satélites — então um microcomputador a bordo realiza todos os cálculos necessários. Mesmo pequenos pesqueiros equipados com esses instrumentos podem utilizar os satélites para sua navegação.

O próximo passo será desenvolver um sistema semelhante que possa ser empregado por veículos rodoviários. Talvez no princípio do século XXI possamos já contar com ele em nossos carros, com uma tela de computador a bordo mostrando o melhor caminho para se atingir determinado destino.

Para salvar a Terra

As maiores agências espaciais do mundo concordaram em aumentar sua cooperação para a observação da Terra. As informações assim coletadas vão mostrar claramente o que o homem está fazendo com seu meio ambiente e permitirão que as nações explorem melhor seus recursos e evitem acidentes, naturais ou não, provocados pela ação humana. Cada vez mais, os "olhos no espaço" melhorarão nosso conhecimento sobre o planeta, possibilitando que cuidemos melhor dele e de seus habitantes.



Força Aérea dos EUA

RESGATE DE FILME EM PLENO VÔO

Um filme fotográfico pode voltar à Terra numa cápsula presa a um pára-quedas. Para evitar a perda na água ou em locais inacessíveis, um C-130 "pesca" no ar o pára-quedas com a cápsula, que depois são içados ao avião.

INCRÍVEL
CIRCULANDO
O SATÉLITE LAGEOS VAI PERMANECER EM ÓRBITA POR MAIS 8 MILHÕES DE ANOS. ELE TRANSPORTA FOTOS GRAVADAS QUE VÃO MOSTRAR AS FUTURAS GERAÇÕES COMO ERA A VIDA NA TERRA NA ÉPOCA EM QUE ELE FOI LANÇADO
KIMBY WUZ 'ERE 1985
Paul Raymonde

O ONIBUS

ESPACIAL

PERFIL

Comprimento total 37,19 m

Envergadura 23,79 m

Altura total 17,27 m

Empuxo dos motores principais 2,1

rés Concordes)

Velocidade em órbita: 28.160 km/h

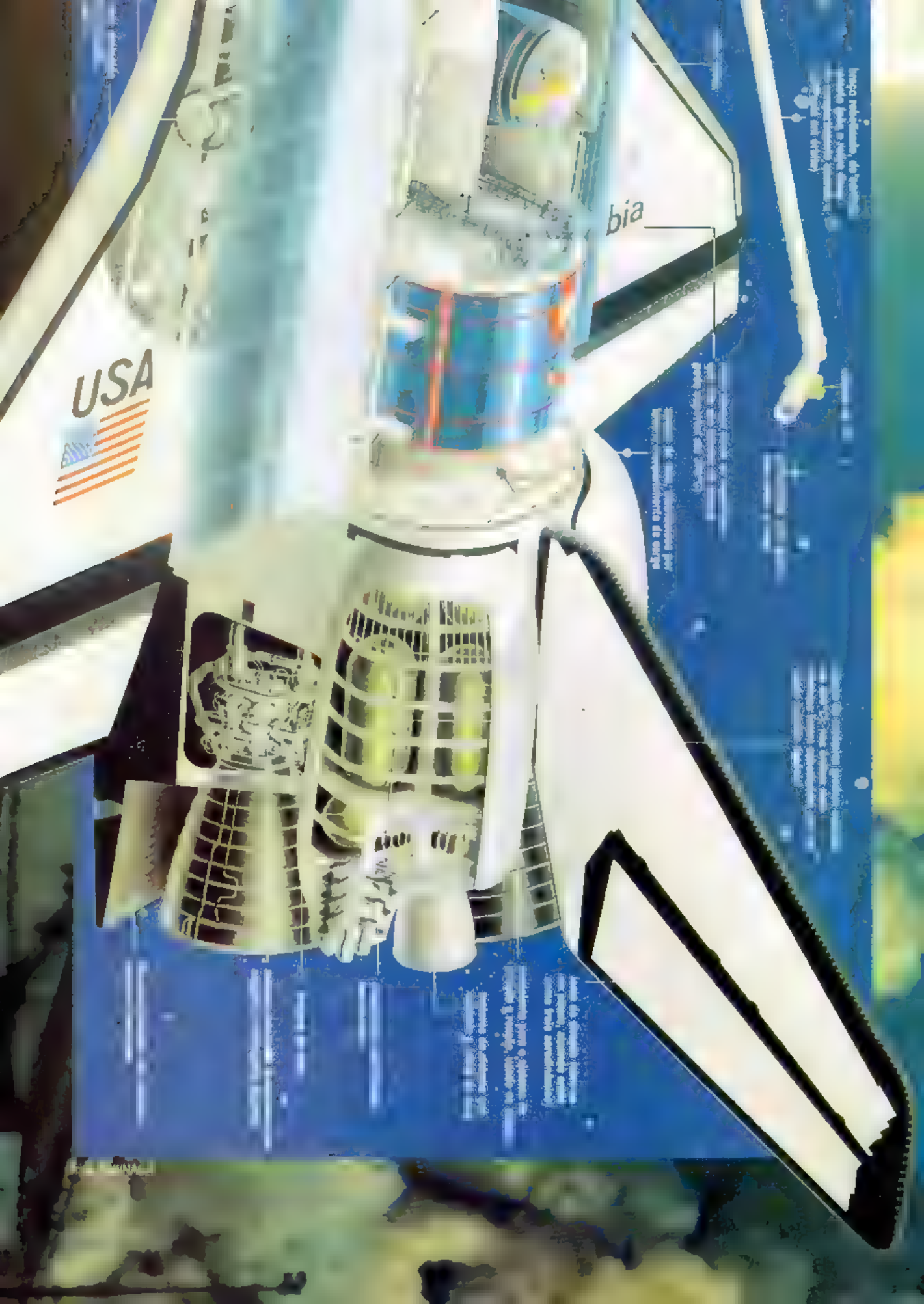
no pouso: 335 km/h

Comprimento do compartimento de carga 18 m

Diâmetro do compartimento de carga 4,5 m

Tripulação de oito pessoas

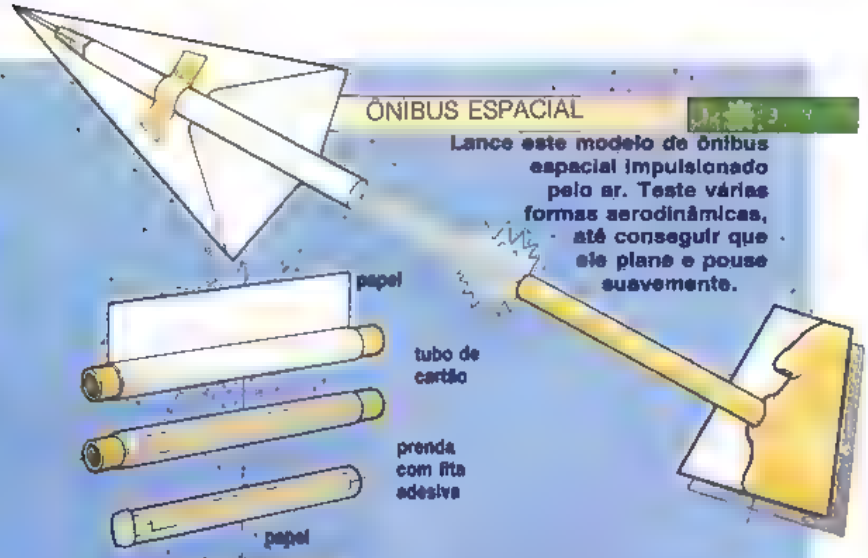
30 dias (máxima)


USA
bia

11 PROJETOS

O HOMEM NO ESPAÇO

- **Um foguete irá mais longe se você o abastecer com mais combustível?**
- **Como fazer um pouso suave com um ônibus espacial?**
- **Como funciona um relógio de sol?**

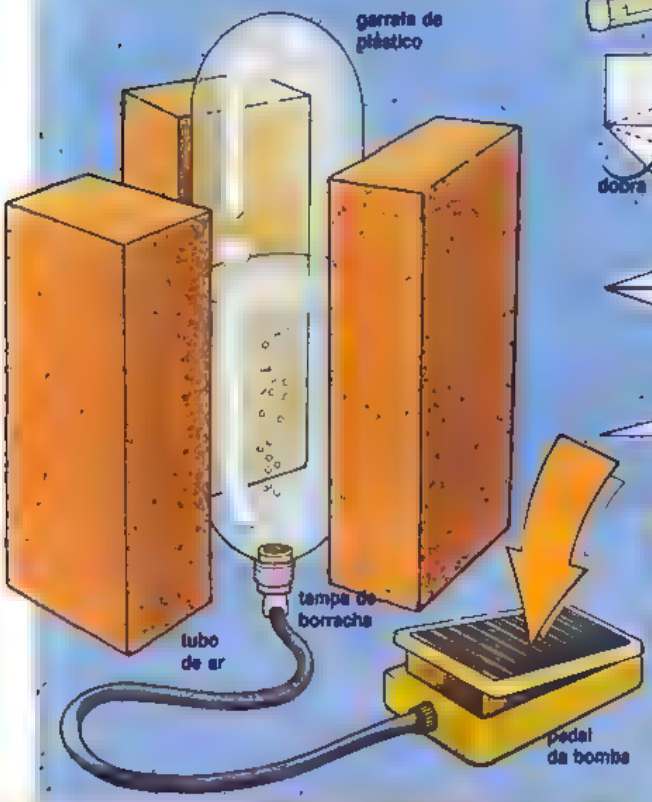


ÔNIBUS ESPACIAL

Lance este modelo de ônibus espacial impulsionado pelo ar. Teste várias formas aerodinâmicas, até conseguir que ele plane e pouse suavemente.

Enrole uma folha de papel de tamanho A4 (21 cm x 29,5 cm) num tubo de cartão com cerca de 3 cm de diâmetro — um tubo duro como aqueles dos rolos de papel de cozinha. Cole a extremidade do papel com fita adesiva, formando um outro tubo que possa deslizar livremente sobre o de cartão.

Retire o tubo de papel, achate uma das extremidades e cole-a com fita adesiva. Dobre uma outra folha de papel A4 para fazer o ônibus e cole-a ao tubo de papel, como mostra o desenho. Encaixe o tubo de papel no tubo de cartão e assopre forte na ponta deste último, para lançar o ônibus espacial. Se necessário, ajuste a forma e os ângulos das asas, de modo que ele possa planar e pousar suavemente.



FOGUETE DE ÁGUA

Construa e lance este poderoso foguete, que pode ir a mais de 100 metros de altura. Com a alta pressão do ar, a água sai da garrafa e faz com que o foguete decole da plataforma de lançamento.

Pegue uma garrafa de plástico vazia, de 1,5 a 2 litros. Se ela tiver uma base de proteção muito grossa, retire-a ou corte-a com uma faca ou tesoura. Encha a garrafa pela metade com água e coloque uma rolha, ou uma tampa de borracha, com um furo no meio. Conecte à tampa uma bomba de pedal de encher pneus. Ao ar livre, num local sem cabos elétricos suspensos, coloque a garrafa como na figura, apoiada em três tijolos (ou em seis estacas cravadas em círculo na terra, mais altas que a garrafa, amarradas entre si com arame). Coloque-se ao lado dela e bombe o ar até que a rolha salte fazendo com que a água escape e a garrafa decole como um foguete.

Atenção: use um tubo longo, que lhe permita ficar longe do foguete na hora do disparo.

A ROTAÇÃO DA TERRA

As sombras movem-se lentamente no chão, à medida que a Terra gira. Experimente calcular onde uma sombra estará daqui a algumas horas.

Num dia de sol enterre uma vara no chão e marque a posição de sua sombra com um barbante, usando um pino para prendê-lo. Então tente imaginar onde a sombra estará daí a três horas. **Pista:** a Terra leva 24 horas para dar um giro completo em torno de seu eixo, de modo que o Sol parece descrever no céu um círculo completo (360°) ao longo desse tempo. Para fazer um relógio de sol, marque onde a sombra estará a cada hora.

Resposta

Em três horas, o Sol percorrerá 3/24 (ou 1/8) de 360° ou seja, 45°. Logo a sombra estará 45° adiante.

GRAU DE DIFICULDADE

Cada projeto desta seção tem seu nível específico de dificuldade: 1 muito simples, 2 simples, 3 médio, 4 avançado, 5 complexo.

ATENÇÃO

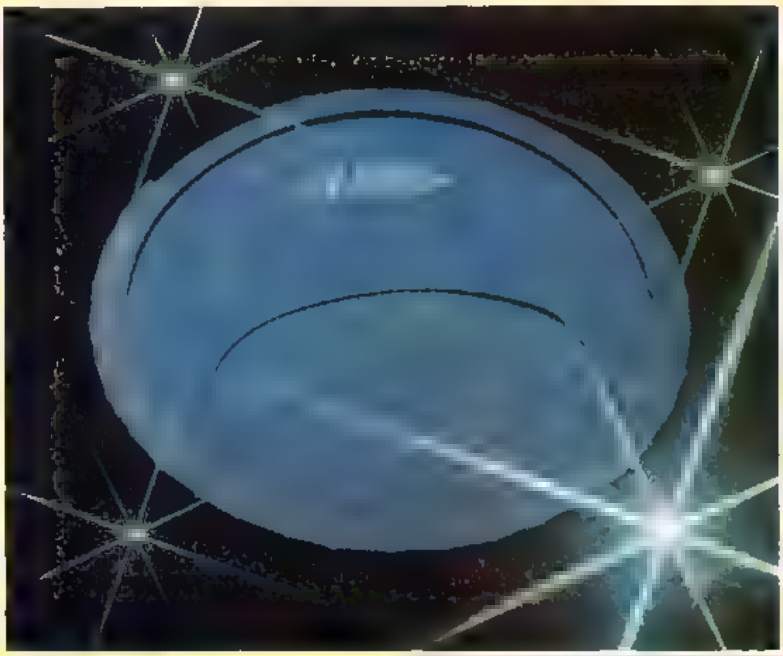
Os pais devem supervisionar as experiências que envolvam ferramentas afiadas, água, eletricidade e produtos químicos. A editora não se responsabiliza por acidentes.

© Marshall Cavendish Ltd, 1989

MODELO

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM

NA TRILHA DAS ESTRELAS



Você vai precisar de:
tesoura • estilete • cola

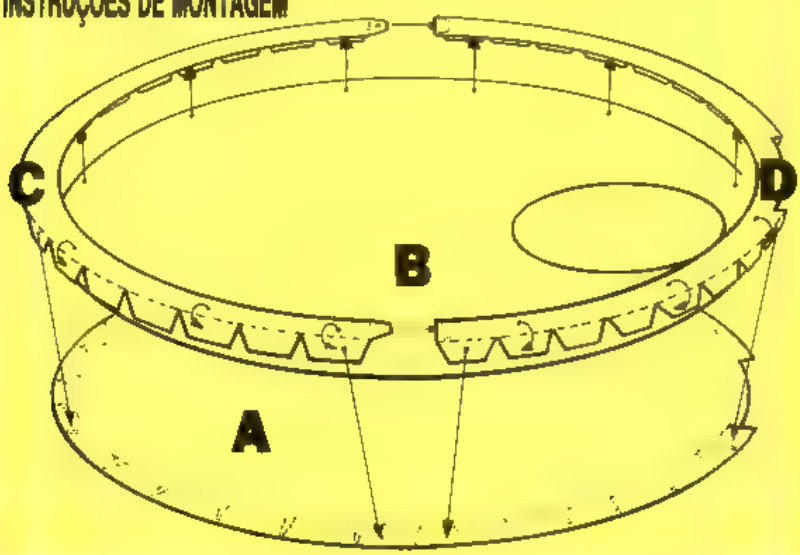
Antes de recortar as partes, faça um sulco com uma lâmina cega nas curvas tracejadas, para facilitar a dobra e a colagem.

Atenção: crianças pequenas devem ter supervisão dos pais quando estiverem usando o estilete.

Montagem

1 Recorte a base A, que corresponde ao planisfério celeste.
2 Recorte o círculo interior B e use um estilete para recortar a janela.
3 Recorte os semicírculos C e D. Cole as abas das pontas de C nas pontas de D, para formar um círculo. Dobre todas as orelhas para baixo.
4 Coloque esse círculo com a face voltada para baixo e encaixe B, também voltado para baixo, por debaixo das orelhas dobradas. Comprima fortemente as orelhas contra o círculo interior.
5 Aplique cola nas orelhas, com cuidado para não sujar o círculo interior.
6 Pegue o planisfério (base A) e, alinhando as duas fendas, comprima-o firmemente na posição correta, contra as orelhas em que a cola foi aplicada.
7 As instruções para usar o *Na Trilha das Estrelas* estão no verso do modelo.

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM



AS PRINCIPAIS CONSTELAÇÕES

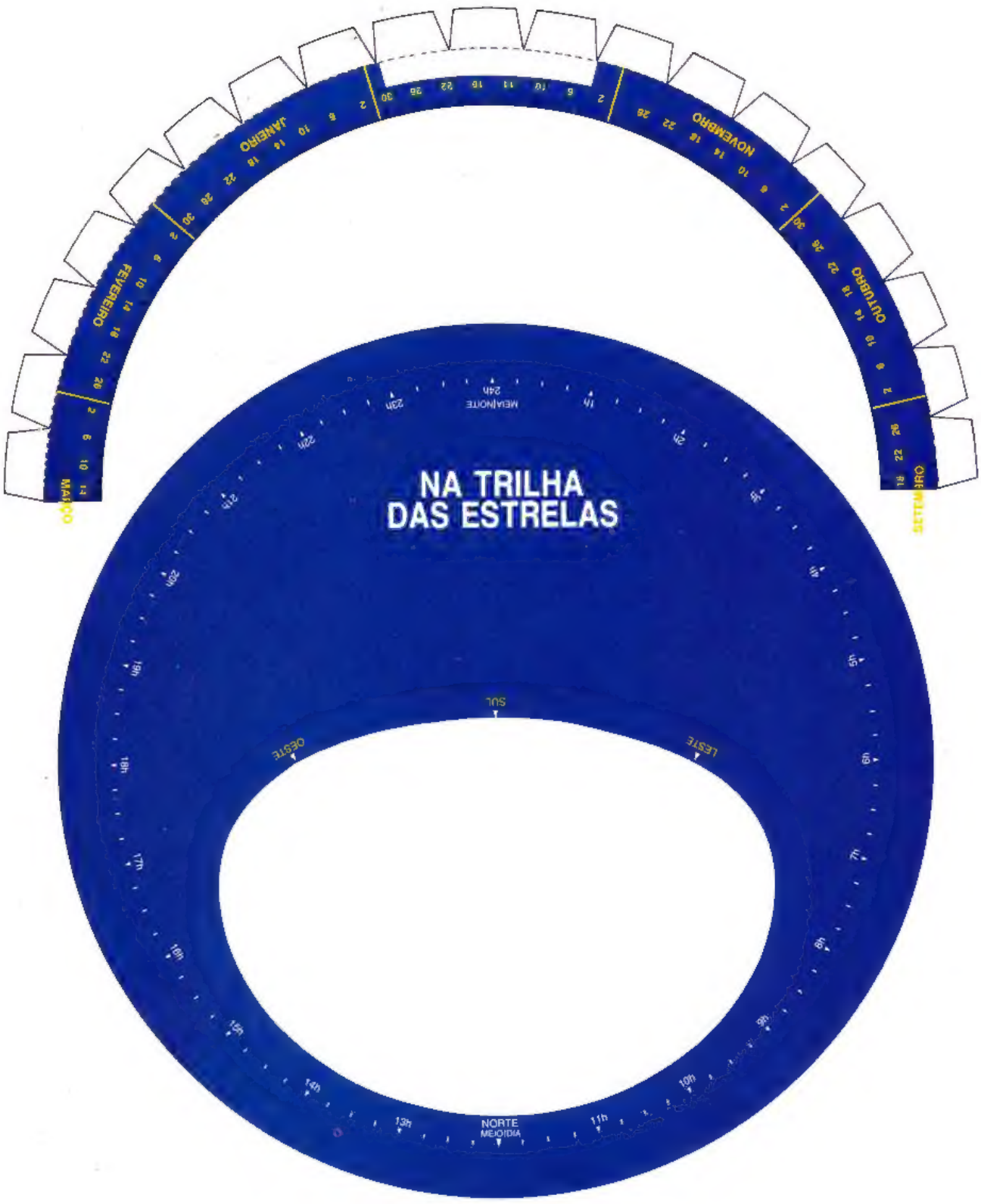
Águia
Andrômeda
Aquário
Balança
Baleia
Boieiro
Cão Maior
Cão Menor
Capricórnio
Caranguejo
Carena
Carneiro
Cassiopéia
Cefeu
Centauro
Cisne
Cocheiro
Coroa Boreal
Corvo
Cruzeiro do Sul
Eridano
Escorpião
Fênix
Gêmeos
Grou
Hércules
Hidra
Leão
Lebre
Lira
Lobo
Órion
Pavão
Pégaso
Peixes
Perseu
Popa
Sagitário
Serpentário
Serpente
Touro
Triângulo
Triângulo Austral
Ursa Maior
Vela
Virgem

AS PRINCIPAIS ESTRELAS

Aldebaran
Altair
Antares
Betelgeuse
Canopus
Procyon
Rigel
Sirius
Tolman
Vega

MARÇO
18 22 26 30
ABRIL
2 6 10 14 18 22 26
MAIO
2 6 10 14 18 22 26 30
JUNHO
2 6 10 14 18 22 26
JULHO
2 6 10 14 18 22 26 30
AGOSTO
2 6 10 14 18 22 26 30
SETEMBRO
2 6 10 14

NA TRILHA
DAS ESTRELAS
Instruções de uso
Gire o círculo interior até que a hora fique alinhada com a data. Mantenha o
Na Trilha das Estrelas acima da sua cabeça, com a parte do planisfério celeste
virada para baixo. Não importa para qual direção você esteja olhando, desde que a
seta no disco esteja apontando para o Norte. A formação de estrelas que aparece na
janela do *Na Trilha das Estrelas* deve ser igual àquela que você efetivamente vê no céu.
O planisfério celeste do *Na Trilha das Estrelas* foi concebido para ser utilizado na latitude
23 graus 30 minutos Sul — na região da cidade de São Paulo —, mas pode ser usado em
locais consideravelmente mais ao norte ou ao sul. • As horas marcadas no planisfério cor-
respondem ao horário oficial de Brasília. Se estiver em vigor o horário de verão, marque no
disco uma hora a menos que a indicada em seu relógio.
Como se localizar no céu
Para você não ficar confuso com todas as estrelas que vê — até cerca de mil, numa noite clara
— siga estas regras simples: • Esteja certo quanto às direções Norte e Sul, em relação ao
ponto em que você se encontra. Se não tiver certeza, observe o Sol durante o dia: apon-
tando seu braço direito para a direção em que ele nasce, você localizará o Leste; a sua
frente estará o Norte; à esquerda, o Oeste; e a suas costas o Sul. Comece por uma for-
mação fácil de reconhecer: Órion no verão, Leão no outono, Escorpião no inverno e
Pégaso na primavera. • Se você achar um astro que não consta deste mapa,
provavelmente não se trata de uma estrela mas de um planeta. Os planetas
movem-se lentamente em relação ao cenário das estrelas, ao longo ou
próximo à linha amarela, que é também a rota do Sol e aproxima-
damente a da Lua. • Se você examinar o céu novamente al-
gumas horas mais tarde, verá que novas estrelas sur-
giram a Leste, enquanto outras desapare-
ceram a Oeste.


NA TRILHA
DAS ESTRELAS
JANEIRO
FEVEREIRO
MARÇO
NOVEMBRO
OUTUBRO
SETEMBRO
MEIA-NOITE
24h
SUL
OESTE
LESTE
NORTE
MEIO-DIA
12h

O ÔNIBUS ESPACIAL

PERFIL

MISSÕES ESPACIAIS DOS ESTADOS UNIDOS

Comprimento total 37,19 m

Envergadura 23,79 m

Altura total 17,27 m

Peso sem carga 68.040 kg

Peso no lançamento 2 milhões de kg

Empuxo dos motores principais 2,1 milhões de newtons (equivalente ao empuxo de três Concordes)

Combustível dos motores principais oxigênio e hidrogênio líquidos (no espaço, hidrazina de monometila e tetróxido de nitrogênio)

Velocidade em órbita: 28.160 km/h
no pouso: 335 km/h

Altitude da órbita 1.100 km (máxima)

Comprimento do compartimento de carga 18 m

Diâmetro do compartimento de carga 4,5 m

Tripulação até oito pessoas

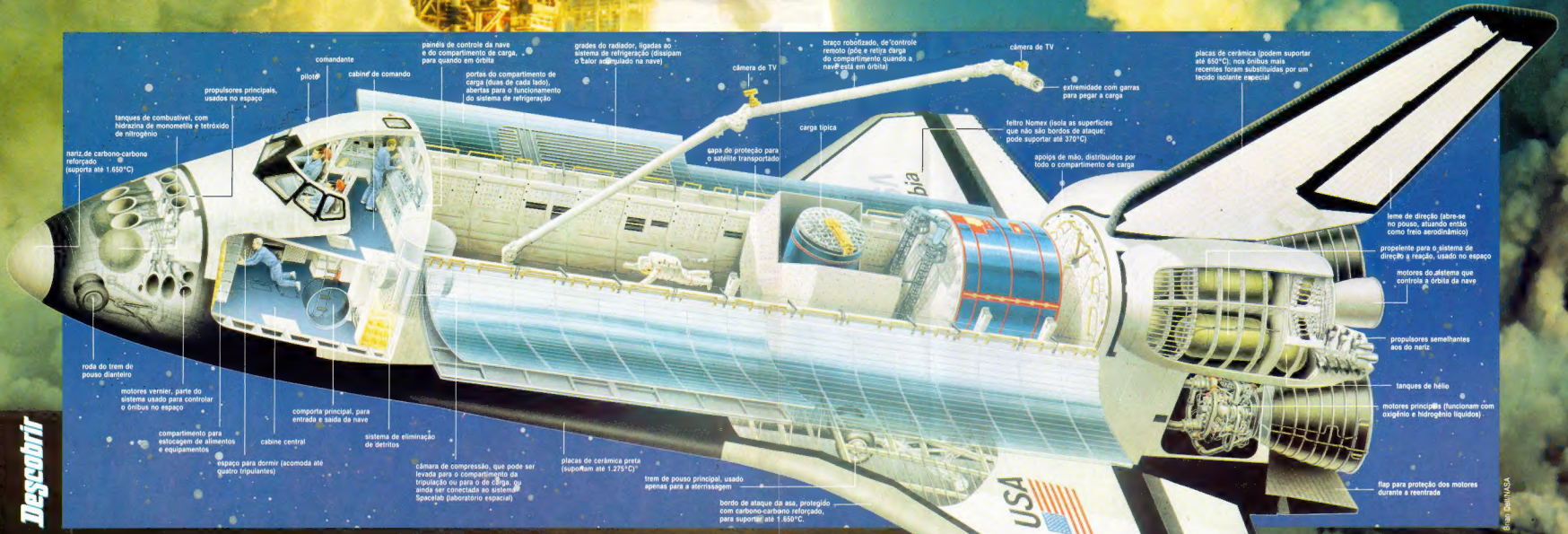
Duração da missão 7 dias (média)
30 dias (máxima)

Custo da missão US$ 700 por kg (custo médio em um avião: US$ 26 por kg)

Missões (data do primeiro lançamento)

Enterprise	(apenas testes)	
Columbia	7 missões	(12/04/81)
**Challenger*	9 missões	(04/04/83)
Discovery	7 missões	(30/08/84)
Atlantis	2 missões	(04/10/85)

* O *Challenger* explodiu em vôo, em 28/01/86.


comandante
piloto
cabine de comando
painéis de controle da nave e do compartimento de carga, para quando em órbita
grades do radiador, ligadas ao sistema de refrigeração (dissipam o calor acumulado na nave)
portas do compartimento de carga (duas de cada lado), abertas para o funcionamento do sistema de refrigeração
câmera de TV
braço robotizado, de controle remoto (pós e retira carga do compartimento quando a nave está em órbita)
câmera de TV
extremidade com garras para pegar a carga
placas de cerâmica (podem suportar até 650°C); nos ônibus mais recentes foram substituídas por um tecido isolante especial
propulsores principais, usados no espaço
tanques de combustível, com hidrazina de monometila e tetróxido de nitrogênio
nariz de carbono-carbono reforçado (suporta até 1.650°C)
carga típica
feltro Nomex (isola as superfícies que não são bordos de ataque; pode suportar até 370°C)
capa de proteção para o satélite transportado
apoios de mão, distribuídos por todo o compartimento de carga
leme de direção (abre-se no pouso, atuando então como freio aerodinâmico)
propelente para o sistema de direção a reação, usado no espaço
motores do sistema que controla a órbita da nave
propulsores semelhantes aos do nariz
tanques de hélio
motores principais (funcionam com oxigênio e hidrogênio líquidos)
flap para proteção dos motores durante a reentrada
roda do trem de pouso dianteiro
motores vernier, parte do sistema usado para controlar o ônibus no espaço
compartimento para estocagem de alimentos e equipamentos
espaço para dormir (acomoda até quatro tripulantes)
cabine central
comporta principal, para entrada e saída da nave
sistema de eliminação de detritos
câmara de compressão, que pode ser levada para o compartimento da tripulação ou para o de carga, ou ainda ser conectada ao sistema Spacelab (laboratório espacial)
placas de cerâmica preta (suportam até 1.275°C)
trem de pouso principal, usado apenas para a aterrissagem
bordo de ataque da asa, protegido com carbono-carbono reforçado, para suportar até 1.650°C.
USA
Columbia
Descobrir
© Marshall Cavendish Ltd. 1989
Arte: Dan/NASA

NESTE PACOTE

ARMAS NO ESPAÇO: A GUERRA NAS ESTRELAS • O HOMEM PREPARA-SE PARA VIAJAR A MARTE • AS MISSÕES DO ÔNIBUS ESPACIAL • A TERRA E SEU LUGAR NA VIA-LÁCTEA • A EXPLORAÇÃO DA LUA • SATÉLITES, NOSSOS OLHOS NO ESPAÇO

POSTER GIGANTE:
O ÔNIBUS ESPACIAL

MODELO PARA ARMAR:
NA TRILHA DAS ESTRELAS

PROJETOS: FOGUETE DE ÁGUA • FOGUETE ALADO • EXPERIÊNCIA: ROTAÇÃO DA TERRA

COMUNICAÇÕES

NO PRÓXIMO PACOTE

Chimpanzés que conversam
Segredos do rádio e da TV
Como funciona a indústria gráfica
CDs, fitas, vídeo: a revolução audiovisual
Navegação com ajuda de satélites
Como será o telefone do futuro

DATA BANK
UM BANCO DE DADOS PARA O SEU COMPUTADOR

A GRANDE AVENTURA
GRÁTIS: TABULEIRO, MARCADORES E PRIMEIROS CARTÕES DE PERGUNTAS E RESPOSTAS

PROJETOS:
- TELÉGRAFO ELÉTRICO
- CONSTRUA UMA CÁPSULA DO TEMPO
- TESTE SUA PERCEPÇÃO EXTRA-SENSORIAL

© Marshall Cavendish Ltd. 1989